



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

Programas de estudio de
Ciencia y Tecnología
de Educación Media

José Mauricio Pineda Rodríguez

Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología

Edgar Eliseo Alvarenga

Viceministro de Educación y de Ciencia y Tecnología

Wilfredo Alexander Granados Paz

Director Nacional de Currículo

Gilberto Alexander Motto García

Director de Educación en III Ciclo, Media y Tecnológica

Gustavo Antonio Cerros Urrutia

Gerente Curricular para el Diseño y Desarrollo de la Educación General

Tonatiuh Eddie M. Orantes Ramos

Jefe del Departamento de Ciencias Naturales

Edición general

Tonatiuh Eddie M. Orantes Ramos

Carolina Ruíz de Escobar

Equipos técnicos**Ciencias biológicas**

Tonatiuh Eddie M. Orantes Ramos (Coord.)

Orlando Leonel Castillo Henríquez

Carolina Ruíz de Escobar

Xochilt María Pocasangre Orellana

Huilhuinic Ángel Orantes Ramos

Omar Antonio Rodríguez Alas

Ciencias físicas

Oscar Mauricio Olmedo Martínez (Coord.)

Jorge Alfredo Ávila Moreno

Edwin Adverdi Pérez Ventura

Oscar Armando Aguilar Ayala

Dennis Ulises Lemus Flores

Ciencias químicas

Martha Alicia Artiga Hernández (Coord.)

Adela Melissa Martínez de Guirola

Nathalie Carmelina Galicia Shul

Vilma Guadalupe Mártir Ramírez

Néstor Josué Ramírez Martínez

Carlos Ernesto Miranda

Ciencias planetarias

Jorge Alfredo Ávila Moreno (Coord.)

Dennis Ulises Lemus Flores

Edwin Adverdi Pérez Ventura

Oscar Armando Aguilar Ayala

Orlando Leonel Castillo Henríquez

Ciencias integradas

Carolina Ruíz de Escobar (Coord.)

Huilhuinic Ángel Orantes Ramos

Omar Antonio Rodríguez Alas

Dennis Ulises Lemus Flores

Orlando Leonel Castillo Henríquez

Xochilt María Pocasangre Orellana

Ciencias aplicadas

Tonatiuh Eddie M. Orantes Ramos (Coord.)

Martha Alicia Artiga Hernández

Huilhuinic Ángel Orantes Ramos

Omar Antonio Rodríguez Alas

Adela Melissa Martínez de Guirola

Jorge Alfredo Ávila Moreno

Carlos Ernesto Miranda

Corrección de textos

Oswaldo Hernández Alas

Diseño editorial y diagramación

Sara Elizabeth Ortiz Márquez

Elmer Rodolfo Urquía Peña

ISBN EN TRÁMITE

Estimado equipo docente

En el marco de la Reforma Educativa Mi Nueva Escuela, se hace entrega de esta primera versión de los programas de estudio de Ciencia y Tecnología para Educación Media. Su contenido es coherente con los propósitos a cumplir desde el eje de Currículo Renovado, siendo de carácter constructivista, humanista y vigente en el siglo XXI. Al mismo tiempo, incorpora la nueva aproximación de Indagación, Creatividad y Comunicación (ICC), que pretende lograr las competencias científicas y tecnológicas mediante habilidades, procesos, actitudes y saberes que se conjuntan y estimulan en esta asignatura.

Como parte de las políticas educativas y de nación, se han incorporado contenidos que ayuden a fortalecer la ciudadanía en respuesta a las demandas mundiales sobre habilidades para el trabajo en equipo, autogestión, experticia y desarrollo tecnológico, cuidado del ambiente, reconocimiento de la multiculturalidad e integración social. Esto es posible si existen altas expectativas en la comunidad estudiantil y se les comunica que el esfuerzo y la constancia son vitales para lograr sus metas personales y su formación como ciudadanas y ciudadanos del mundo.

Aprovechamos esta oportunidad para expresar la confianza en ustedes, que leerán y analizarán estos programas con una actitud dispuesta a aprender y mejorar, tomando en cuenta su experiencia y su formación docente. Su compromiso es sólido con la misión encomendada: alcanzar mejores aprendizajes en la niñez y la juventud salvadoreña para su desarrollo integral.

José Mauricio Pineda Rodríguez
Ministro de Educación, Ciencia y Tecnología

I. Introducción de los programas de estudio de Ciencia y Tecnología para Educación Media	5
1.1. Componentes curriculares	6
a. Competencias de unidad	6
b. Contenidos	6
c. Evaluación	8
1.2. Refuerzo académico	9
1.3. Estructura y descripción de una unidad de aprendizaje	10
II. Plan de estudio de Ciencia y Tecnología para Educación Media	12
2.1. Malla curricular de Ciencia y Tecnología para Educación Media	12
2.2. Ejes transversales	14
III. Presentación de la asignatura	14
3.1. Principio integrador	14
3.2. Objetivos	15
a. General	15
b. Específicos	15
3.3. Aproximación de la asignatura: ICC+I	15
3.4. Definición de los ámbitos ICC+I	15
3.5. ICC+I como un modelo educativo	16
3.6. Perfiles de estudiante	18
3.7. Competencias de la asignatura	20
3.8. Competencias de grado	20
3.9. Ejes integradores	21
IV. Lineamientos metodológicos	23
4.1 Experiencia directa: la práctica	23
4.2. Organización de las sesiones de clase	24
4.3. Tratamiento del contenido	24
4.4. Secuencia didáctica de ICC	25
a. Etapa de indagación	25
b. Etapa de creatividad	25
c. Etapa de comunicación	25
4.5. El estudiantado como protagonista	26
4.6. Modelaje docente	27
4.7. Inclusión educativa	27
4.8. El aula como laboratorio	28
V. Bases teóricas y lineamientos para la evaluación en Ciencia y Tecnología	28
5.1. El cuaderno de ciencias y los registros grupales	28
5.2. La evaluación auténtica	29
5.3. Tipos de evaluación	29
VI. Competencias y unidades didácticas	31
Primer año	31
Competencias de grado	31
Unidades del programa de primer año de bachillerato	32
Segundo año	50
Competencias de grado	50
Unidades del programa de segundo año de bachillerato	51
VII. Referencias	73
VIII. Lecturas adicionales	74

I. Introducción de los programas de estudio de Ciencia y Tecnología para Educación Media

El desarrollo de los nuevos programas de estudio de Ciencia y Tecnología para Educación Media pretende dar una respuesta curricular a las interrogantes que nacen desde la planificación docente:

Interrogantes	Componentes curriculares
¿Cuál es el propósito del aprendizaje?	Perfiles de estudiante Competencias
¿Qué debe aprender el estudiantado?	Contenidos Habilidades y procesos Actitudes Dominios clave
¿Cómo enseñar?	Orientaciones metodológicas Secuencia didáctica Notación
¿Cómo, cuándo y qué evaluar?	Orientaciones sobre evaluación Indicadores de logro Indicadores avanzados Evidencias de aprendizaje

La propuesta de los programas de estudio está diseñada a partir de los componentes curriculares, que se desarrollan en el siguiente orden:

- Descripción de los componentes del programa, su interacción y papel en el logro de las competencias.
- Estructura general del plan de estudios de la asignatura para Educación Media.
- Presentación del nuevo modelo educativo que orienta el desarrollo de la asignatura en torno a habilidades, procesos y actitudes.

- Presentación de los ejes integradores que cohesionan los contenidos de la asignatura y ayudan a estructurar las unidades didácticas.
- Explicación de aspectos metodológicos relevantes para el desarrollo efectivo de las unidades, lo cual incluye justificaciones y recomendaciones específicas.
- Desarrollo de la evaluación, tomando en cuenta indicadores de logro, dominios clave, indicadores avanzados y criterios aplicables a las funciones de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.

Es importante destacar que los cambios programáticos obedecen a una transformación curricular completa, que abarca la concepción misma del **currículo como práctica** (Grundy, 1987; Smith, 2000).

De esta forma, el nuevo currículo científico no prioriza la adquisición de un conjunto de contenidos, lo que resultaría en una estructura más bien rígida; sino que considera a los contenidos como un medio dinámico; a través del cual, cada estudiante, a su ritmo, podrá interactuar con sus semejantes y con el entorno mismo, para adquirir gradualmente las habilidades, procesos y actitudes que son susceptibles de potenciar con el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, y que se deberán complementar con las demás áreas curriculares para alcanzar la integralidad (MINED, 2021).

La tercera sección introductoria a los programas de estudio expone con precisión las implicaciones más importantes del cambio curricular y su justificación.

1.1. Componentes curriculares

a. Competencias de unidad

Las competencias se estructuran en función del logro de los aprendizajes, por lo que se orientan a la realización de una serie de acciones con el fin de obtener un desempeño concreto. Para la asignatura de Ciencia y Tecnología, los desempeños provienen directamente de los perfiles de estudiante. En la enunciación de las competencias se distinguen, además, los saberes referidos a conceptos, procedimientos y actitudes como parte de los recursos de aprendizaje. También se evidencia el contexto y la aplicación, el «para qué» o la finalidad de los aprendizajes, lo que le proporciona sentido y razón de ser a las acciones y los aprendizajes específicos.

b. Contenidos

Los programas de estudio presentan los tres tipos de contenidos o recursos más importantes para el desarrollo de las competencias: los contenidos conceptuales (hechos, conceptos, principios o teorías), relacionados con el «saber»; los contenidos procedimentales (habilidades, procesos, técnicas, métodos y estrategias), conocidos como el «saber hacer»; y los contenidos actitudinales (actitudes, sentimientos, normas y valores), vinculados con «saber ser». En la planificación de aula es necesario que se tomen en cuenta con igual importancia.

Los contenidos de Ciencia y Tecnología se complementan, además, con los dominios clave y la notación. Los primeros se relacionan con las ideas o principios que cada estudiante debería interiorizar con el desarrollo de los contenidos de una unidad particular, mientras que la segunda obedece a la estandarización de datos, definiciones y nomenclatura para fortalecer el

lenguaje científico y las habilidades comunicacionales.

b.1. Contenidos conceptuales

Los conocimientos configuran el saber. Un estudiante es competente en este ámbito cuando los fundamentos y hechos que maneja son coherentes con la realidad. Si bien los campos de la ciencia y la tecnología son amplios y diversos, es posible encontrar conceptos unificadores que facilitan el estudio de dicha realidad. Es a partir de ellos que se han configurado **ejes integradores** como medios para cohesionar los contenidos conceptuales centrales de cada unidad de aprendizaje y año de estudio.

Los saberes de carácter conceptual ocupan un lugar muy importante en el aula y fuera de ella, pues son el motor que impulsa las acciones de la competencia, especialmente en torno a los demás recursos de aprendizaje, tales como habilidades, procedimientos y actitudes. Asimismo, el enfoque por competencias, implica una trascendencia de lo conceptual al plano de los procedimientos, para que el saber no solo sea teórico sino significativo en la vida del estudiantado.

Es importante recalcar que los programas de estudio de Ciencia y Tecnología no pormenorizan cada concepto, hecho o principio a abordar, ni intentan dotar de intencionalidad a la redacción de los contenidos conceptuales; en su lugar, proponen contenidos centrales y abiertos, en el entendido de que: 1) los contenidos conceptuales no son una lista de requisitos por cumplir, 2) el currículo no es una construcción rígida, sino que debe adecuarse al contexto del aula y de la comunidad, y 3) la competencia como principio organizador del currículo no significa introducir situaciones en los contenidos, sino que es una forma de trasladar la vida real al aula (Jonnaert et al., 2008).

Los subcontenidos conceptuales, así como la intencionalidad de los mismos como motores de la competencia, se desarrollan junto con los contenidos procedimentales.

b.2. Los contenidos procedimentales

Este tipo de contenido tiene relación con las habilidades y procesos que se pretende desarrollar en el estudiantado a fin de que sean capaces de enfrentarse con garantía de éxito ante una situación determinada. Las habilidades, por otra parte, también están inmersas en un contexto que las fortalece y en el cual se configuran e intervienen.

Para entender la relevancia que adquieren las habilidades y procesos dentro del nuevo currículo científico (MINED, 2021), es indispensable contextualizar que la transformación curricular nacional sucede dentro de una creciente ola de cambios en educación, que tiene como principal detonante la transición global de economías dependientes de los recursos naturales a economías dependientes del conocimiento y la tecnología, exacerbado en el siglo XXI por la revolución industrial 4.0 (RI 4.0), que ha transformado rápidamente la demanda de habilidades para el trabajo y la vida (Hussin, 2018; Marope, 2017).

Los contenidos procedimentales de Ciencia y Tecnología intentan plasmar la visión de cómo desarrollar escalonadamente estas nuevas habilidades y procesos dinámicos, siendo impulsados por aquellos contenidos conceptuales que, dada su naturaleza, resultan afines a dichas habilidades y procesos. De cierta manera, los contenidos procedimentales también orientan la secuencia didáctica y dotan de intencionalidad a la unidad de aprendizaje, por lo que su papel es preponderante en la implementación del modelo educativo de la asignatura.

Los programas de estudio presentan los contenidos procedimentales enmarcados dentro de un contenido conceptual y numerados con un orden correlativo por cada unidad de aprendizaje. Por ejemplo, el contenido procedimental 2.1 es el primero de la unidad 2.

b.3. Los contenidos actitudinales

Las actitudes hacen referencia a las maneras habituales de reaccionar que tiene una persona. Son fruto de los conocimientos y las creencias. Con las actitudes, las personas muestran lo que piensan de algo o alguien y evidencian sus emociones frente a una situación comunicativa ficcional o real. El ser se manifiesta cuando estos procesos son ejecutados.

Los contenidos actitudinales se construyen de manera transversal en todas las actividades de la unidad. La correspondencia entre los contenidos conceptuales, los contenidos procedimentales y los indicadores de logro tiene como base otras habilidades básicas que están implícitas en las destrezas que los indicadores de logro evalúan. En este sentido, la labor docente en la planificación y secuenciación de los contenidos es muy importante, pues implica revisar con detalle cada procedimiento. Cabe destacar que el programa presenta una propuesta orientadora de la secuenciación, lo cual no significa que sea rígida. La flexibilidad curricular, siempre enfocada en la búsqueda por articular las competencias, es válida y necesaria.

b.4. Dominios clave

Adicionalmente a los contenidos, los programas de estudio de Ciencia y Tecnología introducen los dominios clave. Estos consisten en ideas o principios que deberían ser internalizados por cada estudiante, ya que tienen una vinculación directa con su vida

cotidiana y sobre ellos se construirán posteriormente, saberes y procesos más complejos (OME, 2007), de tal manera que fortalecen la continuidad y gradualidad del currículo en su conjunto.

Cada dominio clave se construye a partir de los contenidos conceptuales y actitudinales comprendidos en una unidad de aprendizaje, resumiendo la estructura e intencionalidad de los mismos, por lo que pueden apoyar al docente para evaluar el dominio de los recursos de aprendizaje alcanzado por sus estudiantes durante una unidad específica.

b.5. Notación

Con el propósito de fortalecer las habilidades comunicativas, y de acuerdo con el modelo de la asignatura, los programas de estudio de Ciencia y Tecnología presentan un apartado de notación para cada unidad de aprendizaje. Se trata de indicaciones puntuales para homologar la introducción y presentación gradual de datos, definiciones y nomenclatura técnica científica, empleando convenios y estándares internacionales, tal como se hace en las disciplinas científicas. El apartado de notación está pensado para el equipo docente y brinda un papel de apoyo para el desarrollo de los contenidos conceptuales.

c. Evaluación

La propuesta curricular de la asignatura de Ciencia y Tecnología se fundamenta en la aproximación y el modelo educativo de Indagación, Creatividad y Comunicación (ICC) que, al estar directamente vinculada con las demás áreas curriculares, permite potenciar la Integralidad (ICC+I). El modelo de ICC+I se enmarca en el enfoque y la didáctica constructivistas (MINED, 2021), en los que se articulan los diferentes momentos de la evaluación desde las competencias propuestas para cada unidad, ya que son las

competencias y la claridad de su alcance lo que permite tener evidencias sobre el desempeño del estudiantado. En lo específico, son los indicadores de logro los que permiten evaluar dicho desempeño mediante evidencias particulares.

Sobre los indicadores de logro, se debe comprender que se pueden efectuar las adecuaciones que se considere pertinente. Sin embargo, modificar un indicador implica replantear los contenidos, las habilidades específicas e incluso la metodología empleada en la unidad de aprendizaje.

c.1. Secuencia de los indicadores de logro

Los programas de estudio presentan los indicadores de logro numerados con un orden correlativo por cada unidad de aprendizaje y están enlazados con los contenidos procedimentales, de forma tal que cada indicador de logro permita evidenciar el desempeño de un contenido procedimental en específico. Por ejemplo, el indicador de logro 2.1 es el primer indicador de la unidad 2 y obedece al contenido procedimental 2.1, que es también el primero de la misma unidad. Ambos se enmarcan en un mismo contenido conceptual central y responden a subcontenidos particulares.

Como se mencionó antes, en la asignatura de Ciencia y Tecnología, los contenidos procedimentales desglosan la secuencia de abordaje de los contenidos conceptuales y detallan las habilidades y procesos a potenciar en dicha secuencia; por lo tanto, los indicadores de logro secuenciados son susceptibles de emplearse para evidenciar la evolución de un aprendizaje de interés y para orientar las posibles adecuaciones metodológicas.

En una unidad de aprendizaje, las evidencias obtenidas por el conjunto de indicadores de logro, en contraste con el dominio clave,

buscan reflejar el alcance de la competencia. Dado su carácter acumulativo, es de particular interés que cada docente plantee evaluaciones que le permitan determinar si sus estudiantes han interiorizado el dominio clave de la unidad.

c.2. Indicadores avanzados

Es muy probable que algunos estudiantes superen con relativa facilidad los diferentes desafíos que le plantea el conjunto de contenidos abordados en una unidad de aprendizaje; o bien, que adquieran un interés particular que les motive a realizar un esfuerzo extra. Para ambos casos, los programas de estudio de Ciencia y Tecnología introducen los indicadores avanzados. Como su nombre lo indica, su propósito es obtener evidencia de alto rendimiento en el estudiantado y ayudar a orientar la estrategia de atención, en el entendido de que señalan la vía de profundización del contenido o se enlazan directamente con el de años posteriores.

1.2. Refuerzo académico

El refuerzo académico resulta importante como estrategia de remediación planificada, ya que lograr las habilidades específicas y los aprendizajes prioritarios se vuelve imperativo. Para alcanzarlos con éxito, el refuerzo académico es la vía más idónea para estudiantes que enfrentan dificultades para consolidar sus conocimientos debido a condiciones cognitivas, sociales o circunstanciales, siempre que implique enfrentar a cada estudiante con otro grupo de situaciones de aprendizaje.

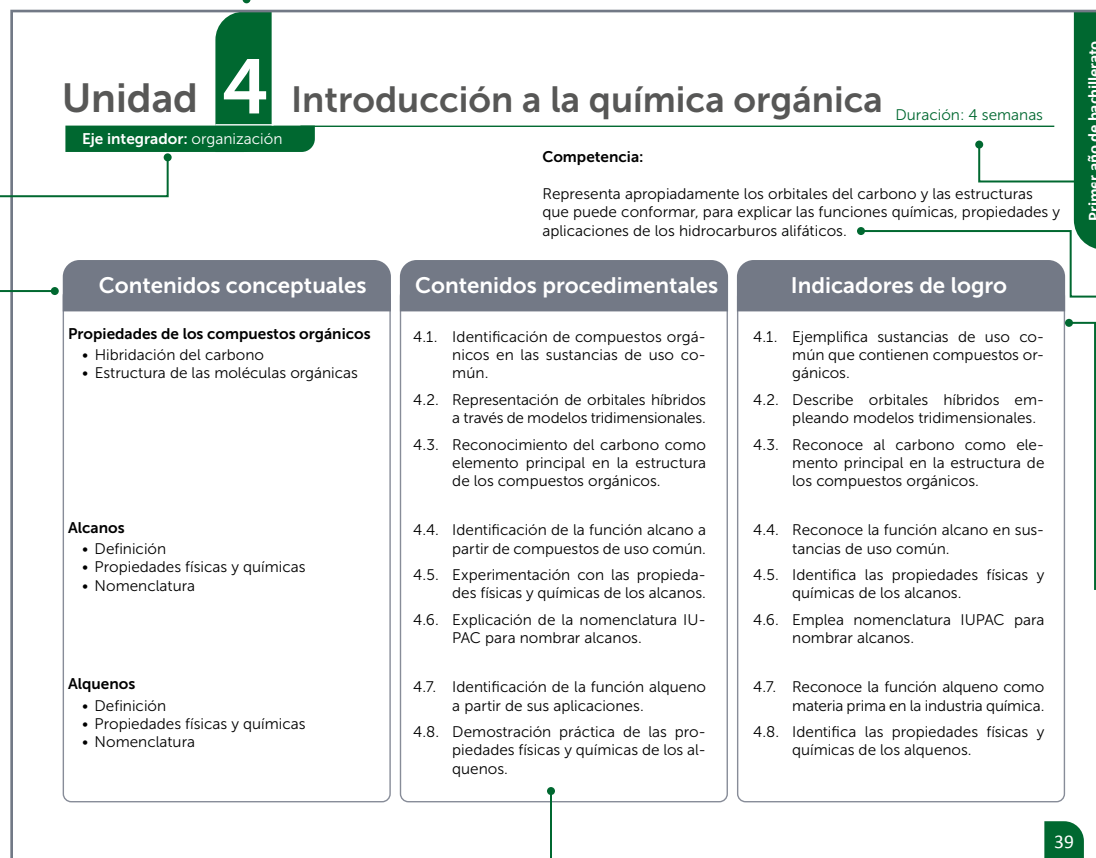
Para la asignatura de Ciencia y Tecnología, se recomienda atender prioritariamente a aquellos estudiantes que no muestren claramente la apropiación de los dominios clave de las unidades de aprendizaje en cuestión.

1.3. Estructura y descripción de una unidad de aprendizaje

Número y nombre de la unidad: Describe los datos generales de la unidad

Eje integrador: Indica la idea clave en torno a la cual se pretenden conjuntar los contenidos de la unidad.

Contenidos conceptuales: Recogen la identidad y los atributos descriptivos de un objeto o sistema en estudio, así como los principios, modelos o teorías científicas que explican su comportamiento e interacciones. A menudo requieren de subcontenidos que se desarrollan de manera integrada con los contenidos procedimentales.



Grado: Indica el año al que pertenece la unidad dentro del plan de estudios general.

Duración: Cuantifica en semanas el tiempo previsto para desarrollar la unidad.

Competencia de la unidad: Enuncia lo que se espera que logre el alumnado.

Indicadores de logro: Reflejan las acciones y productos concretos que sirven como evidencias de aprendizaje. Presentan una numeración correlativa y coincidente con los contenidos procedimentales.

Contenidos procedimentales: Expresan las habilidades y los procesos físicos y mentales necesarios para alcanzar los indicadores de logro. Están numerados de forma correlativa para mostrar la secuencia de abordaje de los subcontenidos conceptuales, detallando las habilidades y los procesos a potenciar con ellos.

Contenidos actitudinales:

Establecen con claridad las actitudes que se espera construir por medio de las situaciones de aprendizaje generadas en la unidad.

Dominio clave: Enuncia ideas o principios que deberían ser internalizados por cada estudiante, pues sobre ellos se construirán saberes más complejos.

Indicadores avanzados: Reflejan acciones o conductas concretas que sirven como evidencia de alto rendimiento en el estudiantado.

Alquinos <ul style="list-style-type: none">DefiniciónPropiedades físicas y químicasNomenclatura	4.9. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar alquenos. 4.10. Identificación de la función alquino a partir de sus aplicaciones. 4.11. Demostración práctica de las propiedades físicas y químicas de los alquinos. 4.12. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar alquinos.	4.9. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar alquenos. 4.10. Reconoce la función alquino. 4.11. Identifica las propiedades físicas y químicas de los alquinos. 4.12. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar alquinos.
Contenido actitudinal	Conciencia sobre la dependencia de la sociedad actual en los compuestos orgánicos para la producción energética, agrícola y de materiales sintéticos.	
Dominio clave	Los hidrocarburos son compuestos orgánicos constituidos principalmente por hidrógeno y carbono, cuya función química está en el tipo de enlace y las estructuras que poseen.	
Indicador avanzado	Deduce la fórmula estructural del benceno.	
Notación	Todos los estándares para la denominación, nomenclatura, escritura y representación de compuestos orgánicos deberán ser compatibles con las disposiciones de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés). ^{3,4} Se utilizará el término «función» para referirse al grupo funcional o familia de las sustancias, de acuerdo con la IUPAC. ³ Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI, ¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización. ² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas.	

Notación: Presenta indicaciones puntuales para homologar la introducción y presentación gradual de datos, definiciones y nomenclatura técnica científica involucrada en la unidad.

II. Plan de estudio de Ciencia y Tecnología para Educación Media

El plan de estudio para Educación Media se organiza en asignaturas con carga horaria definida. Ciencia y Tecnología se desarrolla en seis horas por semana durante el año lectivo, el cual comprende 40 semanas.

Grado	Horas semanales	Horas anuales
Primer año	6	240
Segundo año	6	240

Para implementar el plan de estudio, se deben hacer adecuaciones curriculares en función de las necesidades del estudiantado y de las condiciones del contexto.

2.1. Malla curricular de Ciencia y Tecnología para Educación Media

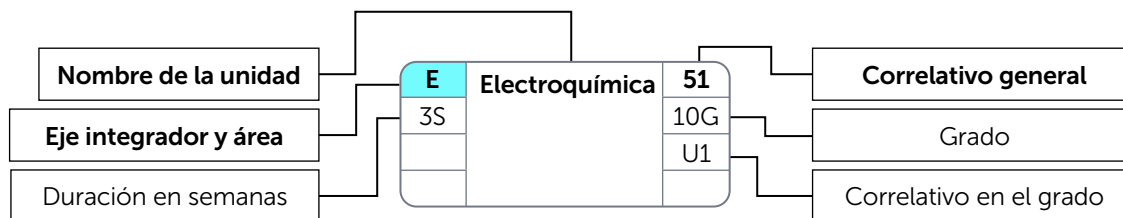
La asignatura de Ciencia y Tecnología está diseñada para promover la adquisición de competencias científicas durante la etapa comprendida entre los 8 y los 17 años de edad; es decir, guía un proceso formativo de 10 años continuos que inicia en el segundo grado de Educación Básica y culmina en el segundo año de Educación Media. Dicho período se caracteriza porque la mayor responsabilidad formativa del estudiantado recae en la escuela y se requiere no solo la adquisición de conocimiento académico, sino de habilidades y actitudes muy diversas, al mismo tiempo que se prepara a la persona para su probable vida laboral (MINED, 2022).

Para un desarrollo adecuado de las competencias planteadas, es indispensable la construcción previa de habilidades fundamentales como la búsqueda de información, la representación de datos numéricos, y el ensamblaje de dispositivos siguiendo instrucciones; las cuales, deberán fomentarse en los años previos como parte del perfil de entrada a Educación Media. Para favorecer el desempeño durante las siguientes transiciones del sistema educativo, los contenidos y las competencias de esta asignatura se construyen de forma acumulativa y articulada a los perfiles de estudiante. La introducción de los ejes integradores permite abordar diversos contenidos, ya sea de forma disciplinar o integrada, brindando continuidad entre la Educación Básica y la Educación Media. Para evidenciar más claramente la integración del contenido, se resaltan también las áreas tradicionales de las ciencias que son predominantes en cada unidad de estudio.

A continuación, se presenta la malla curricular de Ciencia y Tecnología para Educación Media. Se incrementa de 7 a 8 el número de unidades de aprendizaje, y el tiempo efectivo de las clases se mantiene ajustado a 32 semanas, contemplándose 8 semanas para las adecuaciones curriculares pertinentes, según las necesidades de cada centro educativo. Este período incluye el tiempo para planificación, evaluación y refuerzos académicos.

Malla curricular de Ciencia y Tecnología para Educación Media

Nomenclatura:



Legenda:

Ejes integradores:

- I** – Interacciones
- S** – Sistemas
- O** – Organización
- T** – Tecnología
- E** – Energía

Áreas:

- – Ciencias aplicadas
- – Ciencias integradas
- – Ciencias biológicas
- – Ciencias planetarias
- – Ciencias químicas
- – Ciencias físicas

I	Mecánica de fluidos	44
4S		9G
		U1
E	Calor y temperatura	45
4S		9G
		U2
I	Equilibrio químico	46
8S		9G
		U3
S	Oceanografía	47
5S		9G
		U4
O	Geología de El Salvador	48
3S		9G
		U5
T	Electricidad	49
5S		9G
		U6
T	Magnetismo aplicado	50
3S		9G
		U7

Noveno grado

E	Electroquímica	51	S	Ciencias del espacio	59
3S		10G	3S		11G
		U1			U1
T	Electromagnetismo	52	E	Introducción a la física moderna	60
3S		10G	3S		11G
		U2			U2
I	Óptica	53	I	Bases genéticas de evolución	61
4S		10G	5S		11G
		U3			U3
O	Introducción a la química orgánica	54	O	Análisis de biodiversidad	62
4S		10G	4S		11G
		U4			U4
O	Química orgánica	55	T	Biología microbiana	63
5S		10G	4S		11G
		U5			U5
O	Biomoléculas	56	T	Biología vegetal y agroindustria	64
4S		10G	6S		11G
		U6			U6
S	Biología celular	57	T	Ciencia de materiales	65
5S		10G	3S		11G
		U7			U7
S	Anatomía y fisiología humana	58	S	Ecología y ambiente	66
4S		10G	4S		11G
		U8			U8

2.2. Ejes transversales

Son contenidos importantes, no disciplinares, que deben desarrollarse oportunamente junto con los contenidos básicos del plan de estudio de cada asignatura. Los ejes transversales del currículo salvadoreño son los siguientes:

- Educación en derechos humanos
- Educación ambiental
- Educación preventiva integral
- Educación para la igualdad de oportunidades
- Educación para la salud
- Educación del consumidor
- Educación en valores

III. Presentación de la asignatura

La propuesta programática de Ciencia y Tecnología está enmarcada en el nuevo currículo científico para la educación general de El Salvador, el cual se centra en el desarrollo del potencial humano; es decir, en la persona, donde cada estudiante es un actor propositivo de su aprendizaje (MINED, 2021).

Se trata de un giro en la concepción del currículo como un simple cuerpo de conocimientos que deben ser transmitidos, y del intento de buscar fines generalizadores en el estudiantado, hacia una aproximación mixta con sustento en el currículo como práctica (Smith, 2000), sin descuidar la adquisición equilibrada y gradual de conocimiento científico, ni las habilidades y procesos propios de la ciencia y la tecnología, que son igualmente importantes para afrontar los desafíos multidimensionales y aprovechar las oportunidades específicas de cada país en la rápida ola de cambios que caracteriza al siglo XXI (Marope et al., 2017).

Como se mencionó anteriormente, el nuevo currículo científico considera los contenidos como un medio dinámico; a través de los cuales, cada estudiante, a su ritmo, podrá interactuar con sus semejantes y con el entorno mismo, para adquirir gradualmente las habilidades, procesos y actitudes que son susceptibles de potenciar con el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, y que se deberán complementar con las demás áreas curriculares para alcanzar la integralidad. En este sentido, se equipara en importancia la adquisición de habilidades, procesos y actitudes, al dominio de conocimiento científico estructurado y a su aplicación en contexto (MINED, 2021).

A continuación, se resumen los principales elementos de esta propuesta, según se plantea en los fundamentos curriculares de la asignatura.

3.1. Principio integrador

La ciencia y la tecnología son medios para comprender y transformar la realidad. Su creciente influencia y aplicaciones se encuentran en todo a nuestro alrededor, siendo determinantes para lograr una relación armónica entre sociedad y naturaleza.

Aprender ciencia implica no solo la adquisición de conocimientos sobre los principios del mundo físico o la generación de una experticia tecnológica; sino también, cultivar la sana curiosidad, el pensamiento divergente y el trabajo colaborativo, en búsqueda del significado y la utilidad del quehacer científico, de manera que pueda vincularse con la vida cotidiana, la sociedad y el ambiente.

3.2. Objetivos

a. General:

- Preparar al estudiantado para ser ciudadanos con alfabetización científica y tecnológica suficiente para apreciar, adaptarse e incidir en la creciente influencia que tiene la ciencia y la tecnología en el mundo.

b. Específicos:

- Estimular las habilidades, procesos y actitudes que guían la práctica científica y el desarrollo tecnológico.
- Promover la adquisición equilibrada y gradual de conocimiento científico consolidado y de vanguardia.
- Exponer las interacciones de la ciencia y la tecnología con los diversos campos del saber, en su contexto histórico, cotidiano y global.

Para alcanzar los objetivos descritos, el nuevo diseño curricular introduce las habilidades, procesos y actitudes de la Educación 4.0, con énfasis en la relación ciencia-tecnología y el respeto ambiental, para el fomento de las competencias del siglo XXI.

3.3. Aproximación de la asignatura: ICC+I

La aproximación ICC+I es el *marco conceptual de la asignatura que organiza la introducción balanceada y creciente de habilidades, procesos y actitudes de la Educación 4.0, afines a la ciencia y la tecnología, durante la adquisición gradual, pertinente y práctica de conocimientos encaminados a la alfabetización científica de la población*; orientando así, los perfiles de estudiante, la construcción de competencias y la compatibilidad del currículo con diversas metodologías. Para ello, se parte de tres **ámbitos de habilidad** que funcionan como ejes de articulación para la edu-

cación científica: la indagación, la creatividad y la comunicación. Al igual que una "metahabilidad" (SDS, 2018), *los ámbitos de habilidad se consideran atemporales, de construcción continua y de orden superior, al conjuntar habilidades, procesos y actitudes que ayudan a formar estudiantes adaptables y facilitar el éxito en diferentes contextos que pueden suceder a futuro*. No han sido seleccionados al azar, sino que se sustentan en aquellas habilidades consideradas comunes a la Educación 4.0 (Beers, 2011; Marope, 2017; MOE, 2014; SDS, 2018), que resultan de alta afinidad con la ciencia y la tecnología; y que, por lo tanto, se perfilan como susceptibles de promover durante su aprendizaje práctico.

3.4. Definición de los ámbitos ICC+I

Indagación. *Es el ámbito relacionado con la capacidad de formular interrogantes y buscar información para brindar sentido a los fenómenos naturales o aplicaciones científicas, por lo que, también involucra la experticia tecnológica.*

En la aproximación ICC+I, donde se busca potenciar la integralidad desde las distintas áreas curriculares, el ámbito de indagación conjunta un dominio de habilidades y procesos relacionados con la observación, el cuestionamiento, la búsqueda de información, la manipulación de dispositivos, el análisis y la predicción. Al mismo tiempo, acuerpa el dominio de actitudes relacionadas con la curiosidad, la ética, el rigor y la asunción de errores.

Creatividad. *Es el ámbito relacionado con la generación de ideas, más específicamente con el uso de la imaginación y del pensamiento crítico para percibir el entorno de nuevas formas, encontrar patrones ocultos o hacer conexiones entre fenómenos aparentemente inconexos, trayendo a la realidad nuevos sentidos o soluciones, lo que involucra flexibilidad y toma de riesgos.*

En la aproximación ICC+I, el ámbito de la creatividad conjunta un dominio de habilidades y procesos relacionados con la visualización, formulación de hipótesis, diseño experimental, resolución de problemas, construcción y deconstrucción de dispositivos; al mismo tiempo que acuerpa el dominio de actitudes relacionadas con la iniciativa, la autoconfianza, la perseverancia y la toma de desafíos.

Comunicación. *Es el ámbito relacionado con el desarrollo de significados de mutuo entendimiento y el intercambio consciente de información precisa, lo que incide directamente en la capacidad de asumir roles y realizar trabajos colaborativos.*

Para la aproximación ICC+I, el ámbito de la comunicación no se restringe únicamente al uso apropiado de términos y nomenclatura científica o tecnológica, sino que pretende conjuntar un dominio de habilidades y procesos relacionados con la representación de datos e ideas, la organización, la colaboración, el trabajo en equipo, la argumentación y la síntesis. Al mismo tiempo, promueve un dominio de actitudes relacionadas con la objetividad, el respeto, la responsabilidad, la empatía y la apertura mental.

Integralidad. Más que un ámbito definido dentro de una asignatura, se trata de uno de los propósitos centrales de la transformación

curricular. *Se refiere a la búsqueda del desarrollo pleno del potencial humano, en todas sus dimensiones, por lo que debe promoverse de forma gradual, transversal y personalizada, desde las distintas aristas del sistema educativo.*

Dentro de la aproximación ICC+I, la integralidad contribuye a fortalecer un dominio de habilidades y procesos complejos relacionados con la planificación, la autogestión, el pensamiento holístico, el pensamiento lógico, el pensamiento crítico y la perspectiva global. Al mismo tiempo, permite potenciar un ámbito de actitudes deseables en distintos contextos, tales como la positividad, la resiliencia, la motivación, el respeto ambiental y el cuidado personal.

3.5. ICC+I como un modelo educativo

Dada la naturaleza de los ámbitos de habilidad y su relevancia específica para la educación científica, la aproximación de ICC+I permite orientar no solo los perfiles de estudiante, sino también la construcción de competencias y, con ello, permea el diseño de los programas de estudio y sus rasgos metodológicos, lo que se traduce en un modelo educativo propio de la asignatura.

Resumen de las habilidades, procesos y actitudes afines a la Educación 4.0, que se introducen y promueven en el nuevo currículo científico, según cada ámbito de la aproximación ICC+I.

INDAGACIÓN		CREATIVIDAD		COMUNICACIÓN		INTEGRALIDAD	
Habilidades/Procesos	Actitudes	Habilidades/Procesos	Actitudes	Habilidades/Procesos	Actitudes	Habilidades/Procesos	Actitudes
Indagación	Curiosidad	Creatividad	Iniciativa	Comunicación	Objetividad	Pensamiento holístico	Positividad
Observación	Ética	Generación de ideas	Autoconfianza	Organización	Responsabilidad	Pensamiento crítico	Motivación
Cuestionamiento	Rigor	Visualización	Perseverancia	Colaboración	Respeto	Pensamiento lógico	Resiliencia
Búsqueda y tamizaje de información	Asunción de errores	Construcción	Automejora	Trabajo en equipo	Empatía	Perspectiva global	Respeto ambiental
Reconocimiento de problemas		Deconstrucción	Enfrentar desafíos	Registro de datos/ideas	Apertura mental	Planificación	Cuidado personal
Concentración		Formulación de hipótesis		Representación de datos/ideas		Autogestión	
Comparación		Diseño experimental		Argumentación		Autocontrol	
Abstracción		Adaptabilidad		Simplificación y síntesis			
Tratamiento de datos		Resolución de problemas					
Análisis y predicción		Integración disciplinar					
Evaluación y toma de decisiones		Manipulación de dispositivos					
Experticia tecnológica							
Aprendizaje autónomo							

Fuente: Elaboración propia con base en: OME (2007), MOE (2014), Marope (2017), SDS (2018) y Hussin (2018).

Enmarcado en el enfoque y la didáctica constructivistas, el modelo educativo de ICC+I puede verse como una variante de aprendizaje experiencial (*EXL*) (Kolb, 1984), que no se restringe al involucramiento práctico (*hands-on*), sino que pretende potenciar el pensamiento divergente (*divergent thinking*), la toma de decisiones consensuadas en equipo (*cooperative learning*) y la reflexión sobre lo desarrollado en conjunto. Como sucede en todo modelo con componentes de indagación, el eje de aprendizaje es la **experiencia científica** (Worth et al., 2009).

Desarrollar una experiencia científica en el aula implica emular las formas en que la ciencia produce y evalúa el conocimiento, incluyendo la formulación de preguntas e hipótesis, la experimentación, el cometimiento de errores, la aplicación de diversas tecnologías, el debate de ideas y la exposición de hallazgos; en otras palabras, se trata de *aprender ciencia, practicando ciencia*. Adicionalmente, se debe tener claro que el estudiantado no está produciendo conocimiento nuevo, sino descubriendo principios y hechos científicos consolidados, por lo que es necesaria una contrastación final de los resultados con fuentes confiables (Worth et al., 2009).

Las características del modelo ICC+I suponen:

- Aprendizaje basado en el fortalecimiento de las cualidades de cada estudiante, no en el desarrollo del contenido.
- Integración de la práctica científica como experiencia central de aprendizaje: «*aprender ciencia, practicando ciencia*».
- Construcción de conocimiento colaborativo y recursivo, con uso de interrogantes, ideas e hipótesis como puntos de partida.
- Involucramiento del contexto cotidiano para dotar de cercanía y significado a la práctica científica con el estudiantado.
- Integración de la tecnología en la experiencia de aprendizaje.
- Proposición y contrastación continua de ideas, fuentes y resultados.

- Plasticidad metodológica.
- Prioridad de la evaluación formativa basada en evidencia.

3.6. Perfiles de estudiante

Un perfil de estudiante es el conjunto de características o cualidades que se desea apreciar en cada estudiante cuando culmine un nivel educativo específico. Su construcción se sustenta en los fundamentos generales de la transformación curricular nacional 2021 y en el modelo educativo ICC+I. Con este marco referencial, la asignatura de Ciencia y Tecnología apunta a desarrollar habilidades y competencias que no solo buscan la adquisición de conocimiento o la experticia tecnológica, sino que intentan profundizar en lo que la práctica científica puede aportar al desarrollo integral de una persona, tanto en lo individual como en lo colectivo.

Las cualidades deseables en el estudiantado se agrupan por afinidad al ámbito de habilidad de la aproximación ICC+I, y presentan un carácter creciente y complementario. Se debe hacer notar que muchas de ellas, al estar relacionadas con las habilidades 4.0, pretenden ayudar a largo plazo en la preparación de cada estudiante para su vida laboral o productiva, lo que es más enfático en la educación secundaria.

A continuación, se presenta el consolidado de los perfiles de estudiante de la asignatura para Educación Media, de manera que pueda apreciarse su correspondencia y gradualidad. Para mejor comprensión del perfil de cada grado, se recomienda anteponer al conjunto de cualidades una frase como «Al finalizar el nivel X, un estudiante estará en la capacidad de...»

Consolidado de los perfiles de estudiante para la asignatura de Ciencia y Tecnología de Educación Media..

A*	Primer año de bachillerato	Segundo año de bachillerato**
INDAGACIÓN	10.1. Formular preguntas críticas y analíticas sobre sistemas naturales o aplicaciones científicas.	11.1. Formular preguntas críticas y analíticas sobre sistemas naturales o aplicaciones científicas.
	10.2. Evaluar la pertinencia de la información recopilada para afrontar situaciones problema.	11.2. Evaluar la pertinencia de la información recopilada para afrontar situaciones problema.
	10.3. Evaluar secuencias de instrucciones para ensamblar dispositivos.	11.3. Evaluar secuencias de instrucciones para ensamblar dispositivos.
	10.4. Considerar el tratamiento de errores al manipular variables y analizar datos.	11.4. Considerar el tratamiento de errores al manipular variables y analizar datos.
	10.5. Generalizar y predecir a partir de resultados experimentales.	11.5. Generalizar y predecir a partir de resultados experimentales.
	10.6. Confrontar resultados y conclusiones propias con los principios científicos en estudio.	11.6. Confrontar resultados y conclusiones propias con los principios científicos en estudio.
CREATIVIDAD	10.8. Formular sus propios proyectos colaborativos.	11.8. Perfilar sus propios proyectos colaborativos.
	10.9. Proponer estrategias experimentales que le permitan comprobar sus hipótesis.	11.9. Desarrollar estrategias experimentales que le permitan comprobar sus hipótesis.
	10.10. Asumir situaciones desafiantes sin temor a cometer errores.	11.10. Asumir situaciones desafiantes sin temor a cometer errores.
	10.11. Desarrollar procedimientos y adaptar tecnologías en búsqueda de la mejora de resultados.	11.11. Desarrollar procedimientos y adaptar tecnologías en búsqueda de la mejora de resultados.
	10.13. Argumentar en defensa de sus proposiciones, resultados y conclusiones.	11.13. Argumentar en defensa de sus proposiciones, resultados y conclusiones.
COMUNICACIÓN	10.14. Integrar equipos colaborativos para resolver problemas.	11.14. Integrar equipos colaborativos para resolver problemas.
	10.16. Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa.	11.16. Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa.
	10.17. Escribir reportes y secuencias de instrucciones empleando nomenclatura y lenguaje científico.	11.17. Escribir reportes y secuencias de instrucciones empleando nomenclatura y lenguaje científico.
	10.18. Comunicar apropiadamente el alcance de sus hallazgos y conclusiones.	11.18. Comunicar eficaz y apropiadamente el alcance de sus hallazgos y conclusiones.

* A = Ámbitos de la aproximación ICC.

** Se resaltan los perfiles de los grados de transición.

*** La numeración indica la secuencia creciente de las características y cualidades.

3.7. Competencias de la asignatura

Cada grupo de características y cualidades deseables que son afines a un dominio se han empleado para diseñar las competencias de la asignatura. Estas deberán ser fomentadas en todo momento durante el desarrollo de la asignatura y en cada año de estudio; es decir, están en construcción constante y permanente.

Competencia de indagación: formular conclusiones propias acerca de fenómenos naturales y aplicaciones científicas de su entorno, basándose en evidencia experimental e información documental.

Competencia de creatividad: proponer explicaciones transitorias a fenómenos naturales y cambios en procedimientos científicos,

como estrategias para afrontar situaciones novedosas que le supongan un desafío.

Competencia de comunicación: compartir ideas e información estructurada con lenguaje científico, durante la ejecución de un trabajo en equipo y para la transmisión de aportes y hallazgos propios.

3.8. Competencias de grado

En coherencia con los perfiles de estudiante y las competencias generales de la asignatura, se han definido tres competencias por grado, cada una de las cuales obedece también a un ámbito de habilidad. A continuación, se presentan sus enunciados, de acuerdo con la estructura propuesta por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

A	Primer año de bachillerato	Segundo año de bachillerato
INDAGACIÓN	Contrastar resultados experimentales y conclusiones propias con principios o teorías científicas, para inferir o generalizar el comportamiento de fenómenos naturales o el funcionamiento de dispositivos.	Contrastar sus propios resultados experimentales y conclusiones con principios y teorías científicas, para generalizar o predecir el comportamiento de fenómenos naturales o el desempeño de dispositivos.
CREATIVIDAD	Proponer sus propios proyectos colaborativos, estrategias experimentales o adecuaciones tecnológicas, como medios para afrontar situaciones problema o propiciar innovaciones.	Diseñar sus propios proyectos colaborativos, estrategias experimentales o adecuaciones tecnológicas, como medios para afrontar situaciones problema o propiciar innovaciones.
COMUNICACIÓN	Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa, con nomenclatura y lenguaje científico, para comunicar apropiadamente y defender el alcance de los hallazgos y conclusiones de su equipo de trabajo.	Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa, con nomenclatura y lenguaje científico, para analizar, comunicar y defender el alcance de los hallazgos y conclusiones de su equipo de trabajo.

3.9. Ejes integradores

Como se mencionó antes, el nuevo currículo científico se enfoca en el potencial de cada estudiante, buscando fortalecer habilidades, procesos y actitudes. En la práctica, dichos componentes se activan a partir de los contenidos conceptuales, generando así las unidades y sus competencias. Con el propósito de consolidar unidades de aprendizaje libres de la rigidez propia de un bloque de contenido disciplinar, capaces de brindar homogeneidad al abordaje de los saberes conceptuales a través de los distintos niveles educativos, y atendiendo a la visión integradora tanto de la ciencia en sí misma, como de las demás áreas curriculares, la asignatura de Ciencia y Tecnología introduce los ejes integradores.

Los ejes integradores son conceptos que permiten cohesionar cualquier contenido de la asignatura en torno a una idea clave y sus preguntas generadoras, en coherencia con el modelo educativo ICC+I; pero además, están pensados para facilitar la articulación entre asignaturas, en búsqueda de un currículo holístico que promueva la formación de ciudadanos integrales.

Debido a su carácter catalizador de las distintas áreas de las ciencias naturales, se han definido cinco conceptos que cumplen las características antes descritas, convirtiéndose en los cinco ejes integradores. A continuación, se define cada uno de ellos junto a sus propiedades de cohesión y se presentan algunos ejemplos sobre cómo se vinculan con los lineamientos metodológicos de la asignatura.

Eje integrador	Definición	Propiedades de cohesión	Preguntas de indagación
Interacciones	Tipo de acción en la cual dos o más entidades, o sistemas, resultan afectadas mutuamente.	Los objetos y fenómenos naturales no ocurren de forma aislada, lo que genera influencias recíprocas. Eventos tan dispares como el comportamiento de las partículas, la evolución de una comunidad o el uso de espacios virtuales, solo pueden ser comprendidos desde el concepto de interacción. Sucesos cotidianos como la comunicación, también obedecen a esta perspectiva. Por otro lado, las interacciones entre sistemas brindan propiedades emergentes.	¿Qué causa el fenómeno? ¿Qué pasaría si se detuviera? ¿Cómo mediríamos sus cambios? ¿Cómo afecta nuestra vida cotidiana? ¿Cómo interactúan los componentes del sistema o dispositivo? ¿Existe interacción del sistema con otro?
Sistemas	Conjunto de entidades interrelacionadas que forman un todo con propiedades distintas a su medio circundante.	Desde la perspectiva sistémica, todo fenómeno y objeto natural es, sucede en o surge de las interacciones de un sistema. Eventos, como las enfermedades, pueden explicarse como perturbaciones en los sistemas vivos. Las aplicaciones científicas también constituyen sistemas con intencionalidad, pero además, otras construcciones humanas forman e interactúan como sistemas, presentando oportunidades de vinculación entre sociedad y naturaleza.	¿Cómo podemos diferenciar el sistema de su medio circundante? ¿Cuáles son sus componentes elementales? ¿Cómo podríamos determinar su funcionamiento? ¿Qué podría perturbarlo? ¿Cómo fluye su energía? ¿Cómo sería más eficiente?
Organización	Asociación entre objetos o ideas con respecto a un criterio lógico o patrón natural, pudiendo configurar nuevas entidades y sistemas.	La realidad es diversa y compleja. Su comprensión depende en gran medida de la capacidad humana para detectar, medir y asociar los patrones de expresión de las leyes naturales, lo que permite caracterizar y predecir. Muchos sistemas naturales presentan en sí mismos la propiedad de organización. No obstante, el uso de criterios lógicos y jerárquicos para establecer sistemas de ordenamiento también es requerido para la mayoría de construcciones humanas.	¿De qué clase de objeto o fenómeno se trata? ¿Cuántos tipos puede haber? ¿Qué característica nos permite distinguirlo? ¿Cómo lo definimos? ¿Cuánta información podemos obtener de él? ¿Cómo almacenarla de manera eficiente? ¿Cuál es el patrón de ocurrencia del fenómeno? ¿Cómo podríamos predecirlo?
Tecnología	Desarrollo y uso de cualquier tipo de materiales, herramientas y procesos para resolver problemas.	Ciencia y tecnología son elementos en constante interacción. Mientras que la tecnología, es una aplicación del conocimiento científico, la producción de nuevo conocimiento es posible gracias al desarrollo tecnológico. El mismo planteamiento experimental es una integración de ciencia y tecnología. Adicionalmente, las aplicaciones tecnológicas tienden múltiples puentes de indagación al impactar en la vida cotidiana y las transformaciones sociales.	¿Cómo transformamos el objeto o empleamos el fenómeno? ¿Cómo afecta nuestra vida cotidiana? ¿Con qué lo detectamos y medimos? ¿Cómo funciona el dispositivo? ¿Qué tipo de energía emplea? ¿Qué propiedades tienen sus materiales y componentes? ¿Cómo podríamos reemplazarlos? ¿Cómo podríamos optimizarlo? ¿Es acorde a nuestras necesidades?
Energía	Propiedad intrínseca del universo que, al transferirse a un objeto, puede efectuar un trabajo sobre éste o calentarlo.	La energía se presenta en múltiples formas. En última instancia, cada objeto del entorno es una manifestación energética y todo fenómeno natural implica una transformación de la misma; así, un sistema también puede definirse a partir de su interacción energética. Desde la perspectiva tecnológica y ambiental, la energía es además un recurso de desarrollo cada vez más importante para las sociedades.	¿De qué está formado el objeto? ¿Qué impulsa al fenómeno o dispositivo? ¿Libera o absorbe energía? ¿Existe un cambio en la naturaleza de la sustancia? ¿Qué transformación energética conlleva el fenómeno? ¿Cómo lo percibimos? ¿Por qué es importante ahorrar energía?

IV. Lineamientos metodológicos

La asignatura de Ciencia y Tecnología presenta un enfoque constructivista, de carácter indagativo en el análisis de situaciones, creativo en el abordaje de problemas y comunicativo para el manejo de información. Como resultado, el modelo de ICC+I permite la incorporación de distintas técnicas didácticas que impulsen al estudiante a usar su imaginación y el trabajo colaborativo para proponer y evaluar ideas que le permitan afrontar desafíos y transformar situaciones relacionadas prioritariamente con su ámbito cotidiano.

El principio rector de «*aprender ciencia, practicando ciencia*», implica que el aula o cualquier espacio escolar que se emplee para el estímulo de los aprendizajes, se convierta en un ambiente propicio para que el estudiantado pueda replicar, de manera guiada, diversas acciones y procesos inherentes al quehacer científico; es decir, que pueda desarrollar adecuadamente sus experiencias científicas. No obstante, la diversidad que adquieren dichas experiencias, así como el contexto de cada centro educativo, impide establecer una metodología única para guiar su desarrollo, por lo que se proponen distintas estrategias compatibles.

El carácter indagatorio propio de las ciencias naturales, el involucramiento estudiantil directo y el desarrollo de experiencias científicas basadas en situaciones cotidianas, vuelven a la asignatura ampliamente compatible con distintas formas y metodologías de aprendizaje activo, con las cuales puede y debe enriquecerse la práctica educativa (MINED, 2021).

Entre las metodologías y estrategias didácticas compatibles con el modelo de ICC+I para conducir una experiencia científica, se pueden destacar:

- Aprendizaje colaborativo.

- Comprobación/Demostración.
- Exploración de campo.
- Exhibición educativa.
- Gamificación.
- Investigación.
- Estudio de caso.
- Resolución de problemas.
- Proyectos educativos.
- Aprendizaje basado en tecnologías.
- Enseñanza de las ciencias basada en la Indagación (ECBI).

4.1 Experiencia directa: la práctica

Para acercar el objeto de estudio a cada estudiante, el modelo ICC+I se vale principalmente de su componente indagativo. De hecho, desarrollar la indagación implica que el estudiantado experimente de primera mano el fenómeno en estudio o sus manifestaciones cotidianas, lo que está directamente vinculado con las necesidades mismas del estudiante. Existen dos razones para ello: 1) la experiencia es la llave que abre el entendimiento de los conceptos y, 2) un estudiante está continuamente utilizando sus experiencias para construir el entendimiento del mundo que lo rodea, sea científicamente correcto o no (Worth *et al.*, 2009).

En consecuencia, la asignatura de Ciencia y Tecnología está pensada para ser conducida de forma vivencial mediante las **experiencias científicas**, que pueden ser vistas como un microciclo de aplicación del método científico al contexto del aula.

Se debe tener estricto cuidado para no confundir el método científico con una receta. En su lugar, conviene visualizarlo como una forma de organizar los pensamientos con un propósito de descubrimiento. Así, el método científico es altamente maleable y no

necesariamente comprensivo, pudiendo tener énfasis u omisiones. De igual manera sucede con las experiencias científicas, que podrían prestar un particular interés en la revisión bibliográfica, en la observación de campo o en la experimentación. No obstante, se recomienda que por cada **microciclo de aprendizaje** se desarrolle de forma explícita una práctica manual y un ejercicio de comunicación de los hallazgos.

4.2. Organización de las sesiones de clase

La asignatura de Ciencia y Tecnología se organiza en semanas de 6 horas clase. Cada semana, en principio, debe ser planificada como un microciclo de aprendizaje para el desarrollo de una experiencia científica que, de preferencia, incluya una práctica manual. Debido a su estructura y a la preparación de las prácticas, un contenido programático muy raras veces podrá agotarse en una sesión de clase, por lo que conviene trabajar los microciclos en etapas y momentos distribuidos en varias sesiones.

Un acoplamiento adecuado de clases y microciclos de aprendizaje se consigue al dividir la semana de trabajo en tres sesiones, donde cada sesión pueda hacer énfasis en una etapa particular del microciclo, como ocurre con la secuencia didáctica ICC. Es importante acotar que cada etapa del microciclo puede ser conducida por una estrategia didáctica distinta; sin embargo, no se recomienda emplear más de una estrategia por sesión y se prefiere conducir toda la experiencia científica con una misma metodología compatible con el modelo ICC+I.

4.3 Tratamiento del contenido

En coherencia con la concepción de currículo como práctica, y con el propósito de facilitar las estrategias de indagación, el tratamiento del contenido de Ciencia y Tecnología para Educación

Media presenta la siguiente ruta de abordaje:

1. - Aplicación/Ocurrencia. Se refiere al contexto y lo tangible. Es todo aquello que permite vincular un fenómeno con la cotidianidad de cada estudiante, pudiendo generar interés o empatía.

2. - Concepto. Se refiere a la identidad intangible del fenómeno observado. Es toda construcción mental formada por la síntesis de información obtenida de la experiencia práctica o por contrastación de fuentes.

3. - Ley/Teoría. Se refiere a la interacción entre distintos conceptos a menudo abstractos. Es el andamiaje teórico formado por conocimiento científico altamente consolidado que permite describir, explicar y predecir los fenómenos naturales.

Según el enfoque de la asignatura, cada eslabón en la ruta de abordaje de contenido debe asimismo fomentar la creatividad y permitir la comunicación. Independientemente de que el contenido se trate de conocimiento altamente consolidado, tiene que haber apertura al intercambio de ideas, pues esta es precisamente la manera en la que se consolida el conocimiento científico, según el principio de «*aprender ciencia, practicando ciencia*».

Si bien el tratamiento de contenido aparenta ser lineal, al emular la práctica científica, eventualmente el estudiantado será capaz de cerrar el ciclo de construcción de conocimiento y emplear las leyes y teorías como sustento para plantear nuevas aplicaciones, independientemente que las lleve o no a la práctica. Este proceso es estimulado durante toda la educación secundaria.

Finalmente, es importante no confundir el tratamiento del contenido con las etapas de un microciclo de aprendizaje, con los momentos didácticos ni con las sesiones de clase. Se trata de una

guía aplicable de forma transversal al desarrollo de la asignatura.

4.4 Secuencia didáctica de ICC

Para conjuntar las sesiones de clase con el tratamiento del contenido se plantea la secuencia didáctica ICC, que pretende dividir un microciclo de aprendizaje semanal en tres etapas:

a. Etapa de indagación

Pretende desarrollar las habilidades, procesos y actitudes del ámbito de la indagación, relacionándose directamente con el método científico en los procesos de observación, formulación de preguntas de investigación y de conclusiones. Con tal propósito, se pretende que cada estudiante sea capaz de formular sus propias preguntas, evaluar situaciones del entorno y practicar la observación científica. Cuando el contenido no es nuevo, también involucra la activación de presaberes.

La etapa de indagación no debería durar más de una sesión de clases, por lo que se recomienda centrarse en una actividad única de fácil conclusión. Una actividad de indagación arranca típicamente sin un preámbulo teórico que conduzca al estudiantado a una respuesta predeterminada. De hecho, se considera que no existen respuestas o conclusiones erróneas en esta etapa, por lo que es importante no coartar opiniones ni ideas preconcebidas incluso si carecen de asidero científico. Se debe fomentar las repreguntas y el contraste de opiniones entre el estudiantado.

A continuación, se presentan ejemplos de actividades que permiten cumplir las características de la etapa de indagación:

- Demostraciones científicas (por el docente).
- Lecturas.

- Recursos gráficos o audiovisuales.
- Lluvias de ideas.
- Observaciones.
- Recorridos de campo.
- Juegos (actividad gamificada).

b. Etapa de creatividad

Busca estimular las habilidades, procesos y actitudes del ámbito de la creatividad. Se vincula con el método científico a través del planteamiento del problema, la formulación de hipótesis y el diseño experimental. Su adaptación al aula busca además potenciar la generación de ideas, el enfrentamiento de riesgos y la transformación de situaciones.

La etapa de creatividad es el corazón de toda experiencia científica y, en consecuencia, la parte más extensa de un microciclo. Consiste en poner a prueba las ideas vertidas durante la etapa de indagación, ya sea diseñando una ruta de falsación de los principios naturales, explorando el entorno, comprobando técnicas y tecnologías, o contrastando fuentes. Cualquiera que sea el camino, es indispensable que toda la clase tenga claridad del objetivo o producto final y lleve un registro detallado del proceso.

Típicamente, la etapa de creatividad incluye una actividad central, pero también puede abordarse como una secuencia de actividades menores, según el objetivo del microciclo. Ocasionalmente, puede optarse por dividir al salón de clase en equipos de trabajo que efectúen variantes experimentales o actividades particulares según los mismos requerimientos del estudiantado.

Dar rienda suelta a la creatividad implica que el estudiante pueda atreverse a cuestionar su propio procedimiento, realizar adecuaciones y cometer errores, siempre que no altere el objetivo plan-

teado inicialmente. Por estas razones, para desarrollar la etapa de creatividad conviene emplear de dos a tres sesiones de clase, dependiendo de la complejidad de las actividades planteadas y del desempeño del estudiantado.

A continuación, se presentan ejemplos de actividades que permiten cumplir las características de la etapa de creatividad:

- Experimentos o simulaciones (individual o grupal).
- Investigación bibliográfica.
- Resolución de problemas.
- Construcción de un modelo.
- Recorrido de campo.
- Desarrollo de un juego (gamificación).

c. Etapa de comunicación

Tiene por objetivo facilitar el desarrollo de habilidades, procesos y actitudes del ámbito de la comunicación. Su vinculación con las ciencias naturales se centra en: 1) la capacidad de sintetizar la información, ya sea a partir de la recopilación bibliográfica o como resultado de un proceso experimental, 2) la capacidad de transmitir ideas por medios orales, escritos o gráficos, y 3) la capacidad de transmitir juicios de valor objetivos con base en el trabajo de los demás.

Durante la etapa de comunicación se pretende que el estudiante contraste la información que registró durante la etapa de creatividad con la de sus compañeros y la encontrada en sus referencias disponibles, lo que le llevará a obtener conclusiones sólidas que podrán ser puestas de común acuerdo con toda la clase. El momento también es ideal para que cada estudiante analice la manera en cómo sus compañeros alcanzaron sus conclusiones particulares, y pueda cuestionar, o brindar sugerencias para reali-

zar adecuaciones a los procedimientos o a la forma de presentar el trabajo.

Emulando la práctica científica, la etapa de comunicación es idónea para brindar un cierre sintético a cada microciclo de aprendizaje, por lo que no debería durar más de una sesión de clases.

4.5. El estudiantado como protagonista

El desarrollo de las competencias científicas y tecnológicas, así como la adopción de las metodologías indagativas conllevan a la asunción de un rol protagonista en el estudiantado, quien debe realizar una serie de actividades prácticas que aseguren la consecución de los indicadores de logro propuestos, lo que está directamente vinculado con el fomento de las habilidades del ámbito de la integralidad, especialmente el aprendizaje autónomo, el autocontrol y la autogestión.

Para que un estudiante pueda ser el protagonista de su aprendizaje e involucrarse en una experiencia científica, es vital que comprenda la cuestión o el problema en el que está trabajando y este debe ser significativo para él. Una buena forma de lograrlo, es propiciar su involucramiento para determinar la pregunta o problema de interés (Worth *et al.*, 2009).

La habilidad de formular preguntas y la capacidad de observación son aspectos clave para las ciencias naturales en general. En este sentido, el docente debe propiciar con su ejemplo el uso de la pregunta correcta para cada situación y brindar indicaciones muy precisas sobre qué debería observar el estudiantado en cada momento, lo que ayuda a dejar en claro el objetivo de la actividad y brinda pistas sobre el proceso para conseguirlo.

Antes se mencionó que es recomendable usar las experiencias previas y las ideas preconcebidas del estudiantado para conducir la indagación. Además, se debe evitar responder inmediatamente a sus interrogantes sobre el tema. Una vez que un estudiante haya formulado adecuadamente su pregunta, es el momento de estimular su involucramiento en la búsqueda de soluciones, pidiéndole su opinión o hipótesis personal y la contrastación con las de sus compañeros. El uso de contraejemplos y de contextos situacionales para probar hipótesis también es una estrategia recomendable.

Finalmente, la ciencia muy raras veces se trata de desempeños individuales; en general, es un esfuerzo colectivo que se desarrolla en comunidades, por lo que la asignación de roles y el trabajo en equipo son fundamentales para efectuar las experiencias científicas.

4.6. Modelaje docente

Se recomienda al equipo docente realizar el modelaje pertinente de las estrategias y actividades que se utilizan por primera vez con el estudiantado, a fin de evitar ambigüedades y procesos innecesarios que los alejen de los indicadores de logro propuestos. Un aspecto importante para la formación científica y tecnológica es la forma de introducir nuevos conceptos y simbología, así como de presentar resultados. En ambos casos, es indispensable emplear la notación adecuada y estándar, independientemente del nivel para el que se haya dosificado el contenido. Los programas de estudio incluyen un apartado específico para estos casos.

En adición, es indispensable para el equipo docente modelar en todo momento el respeto a las normas establecidas para:

- Aportar ideas o comentarios.
- Organizar el espacio de trabajo.

- Manipular implementos y sustancias.
- Reducir y tratar el error.
- Descartar residuos.

Asimismo, se recomienda que sea el docente quien introduzca las pautas de manipulación de todo dispositivo empleado por primera vez, para lo cual, los programas de estudio incluyen contenidos procedimentales específicos de modelaje o manipulación dosificada por parte del estudiantado.

4.7. Inclusión educativa

Hay que recordar que cada estudiante aprende de diferente manera y a distintos ritmos, lo que obliga al equipo docente a implementar diversas estrategias didácticas para dar una respuesta que permita atender y desarrollar de forma adecuada el potencial de cada estudiante.

La inclusión educativa considera las diferencias culturales, sociales y lingüísticas del alumnado. Por ello, es fundamental enseñar el lenguaje científico de manera clara y accesible, para que todos los estudiantes comprendan los conceptos y desarrollen las competencias de la asignatura.

Durante la etapa de indagación, es importante atender la formulación apropiada de preguntas y conjeturas. En la etapa de creatividad se debe tener cuidado en estimular la formulación de hipótesis y el registro sistemático. Mientras que, en la etapa de comunicación, se debe prestar especial atención al manejo de conceptos técnicos y a la estandarización.

Finalmente, es indispensable para el adecuado desarrollo de la asignatura que se normalice el cometimiento de errores, los cuales no deben ser castigados, sino asumidos como parte inherente del

quehacer científico, por lo que solo pueden reducirse y tratarse. Existen tres razones de peso detrás de este principio: 1) las ciencias naturales no son ciencias exactas, pero sí precisas, 2) la asunción de errores es una actitud deseable en distintos contextos de la vida laboral y personal, y 3) castigar errores coarta la creatividad y genera barreras entre los estudiantes.

4.8. El aula como laboratorio

Al propiciarse distintas situaciones de aprendizaje activo o práctico, independientemente sea modelado o participativo, será necesario disponer de los recursos manipulativos que, si bien pueden ser cotidianos, de fácil acceso e inocuos, es preciso promover la apropiación de protocolos de manipulación que más adelante serán indispensables para aumentar la eficiencia, garantizar la seguridad personal, aumentar las posibilidades de éxito de procedimientos complejos y reconocer errores con mayor facilidad.

A menudo las actividades prácticas requerirán de una organización particular de los elementos presentes en el aula, por lo que se debe tomar en cuenta para el tiempo efectivo de la clase. Asimismo, se recomienda que cada docente establezca reglas claras para comportarse durante las prácticas, de manera que se fomente el orden y respeto sin coartar libertades para participar y dar rienda suelta a la creatividad de cada estudiante.

Finalmente, como ocurre durante toda actividad científica, es indispensable que cada estudiante lleve un registro lo más preciso posible de las actividades desarrolladas en clase, lo que le permitirá medir su propio progreso y repasar con facilidad. La herramienta por excelencia para el registro de actividades y, por consiguiente, base para la evaluación formativa, es el cuaderno de ciencia.

V. Bases teóricas y lineamientos para la evaluación en Ciencia y Tecnología

Es necesario retomar lo establecido en el manual de evaluación al servicio del aprendizaje y del desarrollo, en cuanto a los métodos, las técnicas y las normas de evaluación en su carácter diagnóstico, formativo y sumativo (MINED, 2015).

El nuevo currículo científico se sustenta en el enfoque por competencias y en la aproximación de ICC+I. Este paradigma práctico exige una evaluación a partir de situaciones que emulen la práctica científica, pero en contextos cercanos y reales (escolar, familiar y comunitario). Estas experiencias científicas, deben buscar que el estudiantado aplique los aprendizajes adquiridos y evidencie los desempeños (ser, hacer, conocer y convivir) de las competencias.

5.1. El cuaderno de ciencias y los registros grupales

Tal como hace un científico, cada estudiante debe llevar un cuaderno de ciencia. Este cuaderno adquiere múltiples formas y variedad de tipos de registro, pues no solo cumple la función de una libreta de apuntes, sino que se trata como un cuaderno de laboratorio y una bitácora de campo, por lo que puede incluir textos, dibujos, cálculos y gráficos. El cuaderno de ciencia es entonces un registro completo del quehacer y progreso del estudiante durante toda una unidad de estudio, un año lectivo o incluso varios grados.

Otra forma de registrar el trabajo es mediante los productos de actividades grupales, que bien pueden ser en equipos de trabajo o de toda la clase. Estos productos incluyen típicamente objetos técnicos, modelos, protocolos experimentales, mapas conceptuales o mentales, pósteres científicos, conclusiones tentativas o finales de la clase, entre otros.

5.2. La evaluación auténtica

Este tipo de evaluación otorga relevancia a las tareas o actividades basadas en el «saber hacer» (proceso) en situaciones prácticas del quehacer científico que ocurren en el aula, o en cualquier otro espacio escolar, para construir significado. Por ejemplo, efectuar un experimento, registrar fenómenos del entorno, construir un modelo, llevar a cabo una simulación por computadora, realizar una gira de campo, entre otras actividades. La evaluación auténtica se centra en un estudiante real, considera sus diferencias, lo ubica en su propio contexto y lo enfrenta a situaciones significativas y complejas de aprendizajes, tanto a nivel individual como grupal (Condemarín & Medina, 2000).

Principios de la evaluación auténtica:

- Es una instancia destinada a mejorar la calidad de los aprendizajes.
- Constituye parte integral de la enseñanza.
- Evalúa competencias dentro de contextos significativos.
- Se realiza a partir de situaciones problemáticas.
- Se centra en las fortalezas del estudiantado.
- Constituye un proceso colaborativo.
- Diferencia evaluación de calificación.
- Constituye un proceso multidimensional.
- Utiliza el error como oportunidad de aprendizaje.

Una de las críticas al sistema educativo tradicional es que la evaluación que se realiza no es congruente con lo que se fomenta aprender. A partir de esto y de la idea del constructivismo, que plantea que no debe haber una ruptura ni un desfase entre los episodios de aprendizaje y los de evaluación, se establece que los criterios de evaluación deben determinarse a partir de los indica-

dores de logro definidos en la transformación curricular realizada, como evidencias de los aprendizajes prioritarios.

Los criterios de evaluación son el término más usado en la evaluación por competencias, para dar cuenta de las pautas que deben considerarse al evaluar un producto o evidencia de unidad, de trimestre o período, pues buscan considerar los diferentes saberes de la competencia (ser, hacer, conocer y convivir) y el desarrollo integral de un proceso transformador del estudiantado (Tobón et al., 2010).

Es importante que el personal docente utilice estrategias e instrumentos para diferentes tipos de evaluación. Estos deben reunir los criterios con base en los indicadores de logro, de manera que se efectúe una evaluación integral. Se sugiere el uso de rúbricas, listas de verificación o de cotejo, matrices de valoración, registro anecdótico o diario de clases, portafolio de tareas, pósteres científicos y, por supuesto, cuaderno de ciencias, entre otros.

5.3. Tipos de evaluación

Evaluación diagnóstica: un docente de Educación media, por medio de diversas técnicas, como la formulación de preguntas exploratorias, de diálogos breves, de explicaciones previas y del seguimiento en la resolución de tareas iniciales, conoce el saber y las habilidades que posee el estudiantado al inicio del año escolar, el inicio de una semana o de unidad didáctica.

Para ello, se presentan tareas en función de las necesidades y desempeños esperados de sus estudiantes.

Evaluación formativa: la evaluación formativa es continua y tiene como punto de partida los aprendizajes esperados, de acuerdo con los indicadores de logro y las evidencias al final de cada semana, unidad o trimestre, según lo manifiesta la secuencia didáctica de

cada grado. La finalidad de la evaluación formativa es conocer los logros y las dificultades de los aprendizajes, para tomar decisiones o acciones de enseñanza necesarias, para que cada estudiante y el grupo en su conjunto logren las competencias.

Este tipo de evaluación se apoya en la observación y el registro sistemático durante la clase para detectar las necesidades, potencialidades y dificultades de cada uno de sus alumnos en cuanto al desarrollo de habilidades, procesos y actitudes, así como de las competencias.

Al indagar las razones de su conducta y ritmo de aprendizaje, se puede identificar el tipo de ayuda u orientación que necesita el estudiantado y definir estrategias pedagógicas diferenciadas, adaptadas a los distintos estilos de aprendizaje y contextos sociales de cada estudiante para lograr las competencias científicas y tecnológicas. Además, permite orientar el desarrollo de actividades de refuerzo y de ampliación como apoyo específico al final de la unidad o del ciclo escolar.

Evaluación sumativa: la evaluación sumativa certifica y asigna una nota a la calidad del desempeño del estudiantado (MINED, 2008a, 2008b). Según la secuencia didáctica propuesta, al inicio de cada unidad, se debe definir el producto final (evidencia de aprendizaje), lo que orienta las actividades en las que el estudiantado aplica la comprensión de conceptos, los procedimientos y demuestra actitudes a través del trabajo en pares, en equipos y con el docente.

En este sentido, como evidencia del aprendizaje en cada semana y unidad, se deben revisar las acciones especificadas en los contenidos procedimentales correspondientes, los cuales incluyen procesos como la formulación de preguntas de investigación, la elaboración de esquemas observacionales, la toma de mediciones, el planteamiento y desarrollo experimental, la identificación y cálculo de variables, el uso de simuladores o elaboración de modelos, entre otros. Todos estos procesos deberían quedar registrados adicionalmente en el cuaderno de ciencias y en los registros grupales.

Para evaluar cada producto, se recomienda elaborar un instrumento en el que se detallen los criterios según los indicadores de la unidad y se expliciten las escalas valorativas, a fin de que la evaluación esté ligada a lo enseñado y lo aprendido en clases desde el enfoque por competencias.



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

Programa de estudio de Primer año de bachillerato

Competencias de grado

Al finalizar el primer año de bachillerato el estudiantado será competente para:

- Contrastar resultados experimentales y conclusiones propias con principios o teorías científicas, para inferir o generalizar el comportamiento de fenómenos naturales o el funcionamiento de dispositivos.
- Proponer sus propios proyectos colaborativos, estrategias experimentales o adecuaciones tecnológicas, como medios para afrontar situaciones problema o propiciar innovaciones.
- Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa, con nomenclatura y lenguaje científico, para comunicar apropiadamente y defender el alcance de los hallazgos y conclusiones de su equipo de trabajo.

Unidad **1** Electroquímica

Duración: 3 semanas

Eje integrador: energía

Competencia:

Contrastar observaciones experimentales de procesos redox con los valores de potencial estándar de reducción, para deducir la espontaneidad de una reacción y las aplicaciones de la electroquímica junto a sus consideraciones ambientales.

Contenidos conceptuales

Balanceo redox

- Balanceo de ecuaciones redox por el método ion-electrón

Electrolitos y celdas galvánicas

- Electrolitos
- Celda galvánica

Celdas electroquímicas y potenciales redox

- Celdas electrolíticas

Contenidos procedimentales

- 1.1. Reconocimiento del balance de masa y carga en las reacciones de oxidación-reducción.
- 1.2. Demostración del método del ion-electrón para balancear ecuaciones de oxidación-reducción.
- 1.3. Balanceo de ecuaciones de oxidación-reducción.
- 1.4. Comparación de la conductividad eléctrica de electrolitos a diferentes concentraciones.
- 1.5. Construcción de una celda galvánica con implementos cotidianos.
- 1.6. Evaluación de una secuencia de instrucciones para la construcción de una celda electroquímica.
- 1.7. Construcción de una celda electrolítica para la descomposición del agua.

Indicadores de logro

- 1.1. Reconoce que las ecuaciones de oxidación-reducción se deben balancear en masa y carga.
- 1.2. Identifica cuándo aplicar el método del ion-electrón para balancear ecuaciones de oxidación-reducción.
- 1.3. Aplica el método del ion-electrón para balancear ecuaciones químicas.
- 1.4. Compara la conductividad eléctrica de electrolitos a diferentes concentraciones.
- 1.5. Construye una celda galvánica con implementos cotidianos.
- 1.6. Evalúa una secuencia de instrucciones para la construcción de una celda electroquímica.
- 1.7. Construye una celda electrolítica para la descomposición del agua.

- Potenciales redox
- Aplicaciones de la electroquímica

- 1.8. Dedución de la espontaneidad de una reacción de oxidación-reducción con base en el potencial de celda.
- 1.9. Reconocimiento de aplicaciones de la electroquímica y sus impactos.

- 1.8. Deduces si una reacción de oxidación-reducción es espontánea con base en el potencial de celda.
- 1.9. Ejemplifica aplicaciones de la electroquímica y sus impactos.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interés en las aplicaciones tecnológicas y cotidianas de la electroquímica. ▪ Responsabilidad ambiental con la manipulación y descarte de dispositivos que involucren celdas electroquímicas.
Dominio clave	La electroquímica es un área de la química que estudia la interconversión entre la energía química y la eléctrica. Esto se aplica en la producción de sustancias y materiales, y permite el desarrollo de tecnologías que aumentan el bienestar social.
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resuelve problemas de electroquímica aplicando la ecuación de Nernst. ▪ Relaciona las reacciones de oxidación-reducción con el desarrollo de procesos biológicos.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el Sistema Internacional (SI),¹ de acuerdo con el Reglamento Técnico Salvadoreño (RTS) 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Simbología utilizada para la representación de magnitudes de interés en la unidad:</p> <p>I: corriente eléctrica, en amperes, A.</p> <p>R: resistencia eléctrica, en ohms, Ω.</p> <p>V: potencial eléctrico, en volts, V.</p> <p>E°_{celda}: voltaje de una celda, también llamado potencial de celda, en volts, V.</p> <p>E°: potencial estándar de electrodo, en volts, V.</p>

Unidad **2** Electromagnetismo

Duración: 3 semanas

Eje integrador: tecnología

Competencia:

Proponer adecuaciones al diseño, materiales o proceso de construcción de un dispositivo de comunicación inalámbrica, para mejorar su alcance o desempeño según su propósito de uso.

Contenidos conceptuales

Introducción a las ecuaciones de Maxwell

- Relación electricidad y magnetismo
- Generadores y motores
- Aceleradores de partículas

Ondas electromagnéticas

- Espectro electromagnético
- Ondas electromagnéticas
- Energía transportada por ondas electromagnéticas

Telecomunicaciones

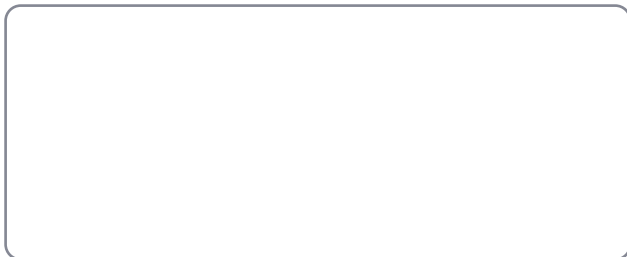
- Espectro radioeléctrico
- Radiocomunicaciones

Contenidos procedimentales

- 2.1. Demostración práctica del voltaje inducido.
- 2.2. Comprobación experimental de las ecuaciones de Maxwell.
- 2.3. Cálculo de magnitudes físicas en dispositivos electromagnéticos.
- 2.4. Indagación de los tipos de ondas que se encuentran en el espectro electromagnético.
- 2.5. Experimentación con ondas electromagnéticas para identificar sus propiedades.
- 2.6. Resolución de problemas teóricos a partir de las gráficas de los campos eléctrico y magnético de una onda electromagnética.
- 2.7. Indagación del funcionamiento de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica.

Indicadores de logro

- 2.1. Explica el fenómeno de la inducción de voltaje.
- 2.2. Reconoce a partir de un experimento los principios físicos descritos por las ecuaciones de Maxwell.
- 2.3. Calcula magnitudes físicas en dispositivos electromagnéticos.
- 2.4. Ejemplifica los tipos de ondas que se encuentran en el espectro electromagnético.
- 2.5. Describe las propiedades de las ondas electromagnéticas a partir de un experimento.
- 2.6. Resuelve problemas teóricos a partir de las gráficas de los campos eléctrico y magnético de una onda electromagnética.
- 2.7. Explica el funcionamiento básico de diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica.



2.8. Construcción de un sistema de radiocomunicación funcional que incluya componentes electrónicos.

2.9. Investigación del desarrollo tecnológico de los sistemas de radiocomunicación.

2.8. Construye un sistema de radiotelecomunicación funcional.

2.9. Explica los principales hitos en el desarrollo de las tecnologías de radiocomunicación.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Curiosidad por conocer el desarrollo de las diversas tecnologías inalámbricas de radiofrecuencia, como GPS, wifi, telefonía móvil, <i>bluetooth</i>, radio y televisión. ▪ Autogestión como usuario de diversos dispositivos de comunicación inalámbrica.
Dominio clave	Las diversas tecnologías de comunicación inalámbrica desarrolladas hasta la actualidad funcionan mediante la emisión o recepción de ondas electromagnéticas.
Indicador avanzado	Resuelve problemas teóricos en radiocomunicación a partir de gráficas de señales moduladas y demoduladas.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos, reglas de escritura y el manejo de cifras a emplear son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Simbología utilizada para la representación de magnitudes de interés en la unidad:</p> <p>B: campo magnético en los alrededores de un imán, en teslas, T.</p> <p>I: corriente eléctrica, en amperes, A.</p> <p>$F_{\text{magnética}}$: fuerza magnética, en newtons, N.</p> <p>L: longitud del conductor dentro del campo, en metros, m.</p> <p>A: superficie real o imaginaria, en metros cuadrados, m².</p> <p>Φ: flujo magnético, en webbers, Wb.</p> <p>B: densidad de flujo magnético, en teslas, T.</p> <p>H: intensidad de campo magnético, en amperes sobre metro, A/m.</p> <p>fem: «fuerza» electromotriz, en volts, V.</p> <p>fmm: «fuerza» magnetomotriz, en amperes por vuelta, A · vuelta.</p> <p>E: campo eléctrico, en volts sobre metro o newtons sobre coulomb.</p> <p>Convenciones para representar la dirección del campo magnético y el flujo de la corriente eléctrica convencional:</p> <p>↑: sobre el plano de la página.</p> <p>X: entrando a la página.</p> <p>●: saliendo de la página.</p>

Unidad **3** Óptica

Duración: 4 semanas

Eje integrador: interacciones

Competencia:

Contrastar sus resultados de la experimentación con fenómenos de la luz con los principios de óptica física y geométrica, para generalizar el comportamiento dual de la luz y sus aplicaciones.

Contenidos conceptuales

Óptica física

- Interferencia, difracción y polarización de la luz
- Aplicaciones tecnológicas de la interferencia, difracción y polarización de la luz
- Dispersión y descomposición de la luz
- Aplicaciones tecnológicas de la dispersión y descomposición de la luz

Óptica geométrica

- Dispersión, reflexión, refracción y reflexión interna total

Contenidos procedimentales

- 3.1. Indagación de la propagación ondulatoria de la luz al incidir en objetos.
- 3.2. Experimentación con los fenómenos de interferencia, difracción y polarización de la luz.
- 3.3. Exploración de las aplicaciones tecnológicas de la interferencia, difracción y polarización.
- 3.4. Reconocimiento de la dispersión y descomposición de la luz en situaciones cotidianas.
- 3.5. Experimentación con los fenómenos de dispersión y descomposición de la luz.
- 3.6. Exploración de las aplicaciones tecnológicas de la dispersión y descomposición de la luz.
- 3.7. Indagación del comportamiento corpuscular de la luz.
- 3.8. Medición de los ángulos de incidencia, refracción, reflexión y crítico.

Indicadores de logro

- 3.1. Describe la propagación ondulatoria de la luz.
- 3.2. Explica los fenómenos de interferencia, difracción y polarización de la luz.
- 3.3. Discute las aplicaciones tecnológicas de la interferencia, difracción y polarización.
- 3.4. Identifica los fenómenos de dispersión y descomposición de la luz en situaciones cotidianas.
- 3.5. Explica los fenómenos de dispersión y descomposición de la luz.
- 3.6. Describe las aplicaciones tecnológicas de la dispersión y descomposición de la luz.
- 3.7. Reconoce la predictibilidad de la trayectoria de la luz al incidir en un objeto.
- 3.8. Mide directamente los ángulos de incidencia, refracción y reflexión.

- Comportamiento de la luz en medios opacos y transparentes
- Aplicaciones tecnológicas

- 3.9. Resolución de problemas sobre reflexión, refracción y reflexión interna total.
- 3.10. Indagación de las propiedades de las imágenes.
- 3.11. Determinación de la posición y el tamaño de una imagen formada por refracción y reflexión.
- 3.12. Exploración de las aplicaciones tecnológicas de las propiedades de las imágenes.

- 3.9. Resuelve problemas que involucran reflexión, refracción y reflexión interna total.
- 3.10. Reconoce las propiedades de las imágenes.
- 3.11. Determina la posición y el tamaño de una imagen formada por refracción y reflexión.
- 3.12. Describe aplicaciones tecnológicas de las propiedades de las imágenes.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interés por comprender el funcionamiento y la manipulación profesional de diferentes dispositivos ópticos. ▪ Autocuidado de la salud visual.
Dominio clave	La luz tiene una doble naturaleza, se comporta como ondas electromagnéticas y como partículas llamadas fotones. La interferencia y la difracción de la luz son fenómenos asociados al comportamiento ondulatorio, mientras que la reflexión y la refracción se relacionan al comportamiento corpuscular.
Indicador avanzado	Construye dispositivos ópticos de aumento a partir de la comprensión del comportamiento de la luz en lentes y espejos.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos, reglas de escritura y el manejo de cifras a emplear son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Simbología utilizada para la representación de magnitudes de interés en la unidad:</p> <p>c: rapidez de la luz en el vacío, en metros sobre segundo, m/s.</p> <p>v: rapidez de la luz en un medio diferente del vacío, en metros sobre segundo, m/s.</p> <p>n: índice de refracción, magnitud adimensional.</p> <p>θ_i y θ_r: ángulo incidente y de reflexión.</p> <p>λ (lamda): longitud de onda de la luz, en metros, m.</p> <p>ν (nu): frecuencia de onda de luz, en hertz, Hz.</p> <p>m: aumento lateral.</p>

M: aumento angular.
f: distancia focal, en milímetros, mm.
R: radio de curvatura, en centímetros, cm.
 d_o : distancia del objeto al espejo, en centímetros, cm.
 d_i : distancia de la imagen al espejo, en centímetros, cm.
 h_o : altura del objeto (verdadera), en metros, m.
 h_i : altura de la imagen (aparente), en metros, m.
I: intensidad luminosa, en candelas, cd.
F: flujo luminoso, en lumens, lm.
 Ω : ángulo sólido, en estereorradianes, sr.
E: iluminancia o nivel de iluminación, en luxes, lx.

Unidad 4 Introducción a la química orgánica

Duración: 4 semanas

Eje integrador: organización

Competencia:

Representa apropiadamente los orbitales del carbono y las estructuras que puede conformar, para explicar las funciones químicas, propiedades y aplicaciones de los hidrocarburos alifáticos.

Contenidos conceptuales

Propiedades de los compuestos orgánicos

- Hibridación del carbono
- Estructura de las moléculas orgánicas

Alcanos

- Definición
- Propiedades físicas y químicas
- Nomenclatura

Alquenos

- Definición
- Propiedades físicas y químicas
- Nomenclatura

Contenidos procedimentales

- 4.1. Identificación de compuestos orgánicos en las sustancias de uso común.
- 4.2. Representación de orbitales híbridos a través de modelos tridimensionales.
- 4.3. Reconocimiento del carbono como elemento principal en la estructura de los compuestos orgánicos.
- 4.4. Identificación de la función alcano a partir de compuestos de uso común.
- 4.5. Experimentación con las propiedades físicas y químicas de los alcanos.
- 4.6. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar alcanos.
- 4.7. Identificación de la función alqueno a partir de sus aplicaciones.
- 4.8. Demostración práctica de las propiedades físicas y químicas de los alquenos.

Indicadores de logro

- 4.1. Ejemplifica sustancias de uso común que contienen compuestos orgánicos.
- 4.2. Describe orbitales híbridos empleando modelos tridimensionales.
- 4.3. Reconoce al carbono como elemento principal en la estructura de los compuestos orgánicos.
- 4.4. Reconoce la función alcano en sustancias de uso común.
- 4.5. Identifica las propiedades físicas y químicas de los alcanos.
- 4.6. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar alcanos.
- 4.7. Reconoce la función alqueno como materia prima en la industria química.
- 4.8. Identifica las propiedades físicas y químicas de los alquenos.

Alquinos

- Definición
- Propiedades físicas y químicas
- Nomenclatura

4.9. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar alquenos.

4.10. Identificación de la función alquino a partir de sus aplicaciones.

4.11. Demostración práctica de las propiedades físicas y químicas de los alquinos.

4.12. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar alquinos.

4.9. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar alquenos.

4.10. Reconoce la función alquino.

4.11. Identifica las propiedades físicas y químicas de los alquinos.

4.12. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar alquinos.

Contenido actitudinal	Conciencia sobre la dependencia de la sociedad actual en los compuestos orgánicos para la producción energética, agrícola y de materiales sintéticos.
Dominio clave	Los hidrocarburos son compuestos orgánicos constituidos principalmente por hidrógeno y carbono, cuya función química está en el tipo de enlace y las estructuras que poseen.
Indicador avanzado	Deduce la fórmula estructural del benceno.
Notación	Todos los estándares para la denominación, nomenclatura, escritura y representación de compuestos orgánicos deberán ser compatibles con las disposiciones de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés). ^{3,4} Se utilizará el término «función» para referirse al grupo funcional o familia de las sustancias, de acuerdo con la IUPAC. ³ Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI, ¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización. ² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas.

Unidad **5** Compuestos orgánicos

Duración: 5 semanas

Eje integrador: organización

Competencia:

Aplica la nomenclatura IUPAC para la denominación de compuestos orgánicos y técnicas de laboratorio, para identificar las propiedades físicas y químicas de las funciones orgánicas y sus aplicaciones.

Contenidos conceptuales

Hidrocarburos aromáticos

- Definición
- Propiedades físicas y químicas
- Nomenclatura

Compuestos orgánicos oxigenados

- Alcoholes, fenoles y éteres

- Aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados

Contenidos procedimentales

- 5.1. Reconocimiento de los hidrocarburos aromáticos.
- 5.2. Experimentación con las propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos aromáticos.
- 5.3. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar hidrocarburos aromáticos.
- 5.4. Identificación práctica de las funciones alcohol, fenol y éter.
- 5.5. Demostración práctica de las propiedades físicas y químicas de los alcoholes, fenoles y éteres.
- 5.6. Explicación de nomenclatura IUPAC para nombrar alcoholes, fenoles y éteres.
- 5.7. Identificación práctica de las funciones aldehído, cetona, ácido carboxílico y derivados de ácido carboxílico.

Indicadores de logro

- 5.1. Reconoce la función hidrocarburos aromáticos.
- 5.2. Identifica las propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos aromáticos.
- 5.3. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar hidrocarburos aromáticos.
- 5.4. Reconoce las funciones alcohol, fenol y éter.
- 5.5. Identifica las propiedades físicas y químicas de los alcoholes, fenoles y éteres.
- 5.6. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar alcoholes, fenoles y éteres.
- 5.7. Reconoce las funciones aldehído, cetona, ácido carboxílico y derivados de ácido carboxílico.

Otros compuestos orgánicos

- Tioles
- Tioéteres
- Aminas
- Haluros de alquilo y arilo

Estereoquímica

- Quiralidad
- Isómeros constitucionales y estereoisómeros

5.8. Demostración práctica de las propiedades físicas y químicas de los aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados.

5.9. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados.

5.10. Reconocimiento de las funciones tioles, tioéteres, aminas, haluros de alquilo y arilo.

5.11. Exploración de las propiedades físicas y químicas de los tioles, tioéteres, aminas, haluros de alquilo y arilo.

5.12. Explicación de la nomenclatura IUPAC para nombrar tioles, tioéteres, aminas, haluros de alquilo y arilo.

5.13. Interpretación de la quiralidad del átomo de carbono.

5.14. Caracterización de isómeros constitucionales y estereoisómeros.

5.8. Identifica las propiedades físicas y químicas de aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados.

5.9. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar aldehídos, cetonas, ácidos carboxílicos y sus derivados.

5.10. Reconoce las funciones tioles, tioéteres, aminas, haluros de alquilo y arilo.

5.11. Identifica las propiedades físicas y químicas de tioles, tioéteres, aminas, haluros de alquilo y arilo.

5.12. Emplea nomenclatura IUPAC para nombrar tioles, tioéteres, aminas, haluros de alquilo y arilo.

5.13. Describe la quiralidad del átomo de carbono.

5.14. Construye modelos de isómeros constitucionales y estereoisómeros.

Contenidos actitudinales

- Interés por descubrir las aplicaciones domésticas e industriales de distintas familias de compuestos orgánicos.
- Curiosidad por relacionar los nombres comunes de compuestos orgánicos de uso cotidiano con su naturaleza química y propiedades.

Dominio clave

Los compuestos orgánicos presentan propiedades físicas y químicas de acuerdo con su función química.

Indicador avanzado

Obtiene sustancias orgánicas específicas a partir de muestras naturales, empleando un método de extracción física o química.

Notación

Todos los estándares para la denominación, nomenclatura, escritura y representación de compuestos orgánicos deberán ser compatibles con las disposiciones de la IUPAC.^{3,4} Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.²

En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas.

Unidad **6** Biomoléculas

Duración: 4 semanas

Eje integrador: organización

Competencia:

Desarrollar estrategias experimentales o proyectos colaborativos para identificar, extraer o demostrar las propiedades de un grupo de biomoléculas, o representar su estructura y funciones metabólicas.

Contenidos conceptuales

Carbohidratos

- Función
- Clasificación y propiedades
- Polisacáridos

Lípidos

- Clasificación
- Tipos

Proteínas

- Aminoácidos
- Enlace peptídico y clasificación de las proteínas
- Enzimas y vitaminas
- Estructura y desnaturalización de las proteínas

Contenidos procedimentales

- 6.1. Identificación de los carbohidratos y sus estructuras.
- 6.2. Interpretación de las clasificaciones y las propiedades de los carbohidratos.
- 6.3. Explicación de la importancia de los polisacáridos y su metabolismo.
- 6.4. Reconocimiento de los lípidos y su clasificación general.
- 6.5. Extracción de distintos tipos de lípidos.
- 6.6. Explicación del metabolismo de lípidos.
- 6.7. Reconocimiento de la estructura de los aminoácidos y su estereoquímica.
- 6.8. Extracción e identificación de proteínas.
- 6.9. Clasificación de las proteínas de acuerdo con diferentes criterios.

Indicadores de logro

- 6.1. Identifica la función carbohidrato y sus estructuras.
- 6.2. Reconoce las clasificaciones y propiedades de los carbohidratos.
- 6.3. Explica la importancia de los polisacáridos y su metabolismo.
- 6.4. Reconoce la función lípidos y su clasificación general.
- 6.5. Realiza una extracción de lípidos.
- 6.6. Describe el proceso general del metabolismo de los lípidos.
- 6.7. Reconoce la estructura general de los aminoácidos.
- 6.8. Desarrolla un proceso de extracción de proteínas.
- 6.9. Clasifica a las proteínas empleando diferentes criterios.

Ácidos nucleicos

- Nucleótidos y sus funciones
- Composición y estructura

6.10. Identificación de las funciones de los nucleótidos libres.

6.11. Interpretación de la estructura química de los ácidos nucleicos.

6.10. Identifica las funciones de los nucleótidos libres.

6.11. Elabora modelos tridimensionales de las estructuras químicas de los ácidos nucleicos.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none">▪ Conciencia de que las biomoléculas son esenciales para el correcto desarrollo y funcionamiento de los sistemas biológicos.▪ Interés en conocer las funciones principales de las biomoléculas contenidas en productos alimenticios, farmacéuticos, agrícolas o veterinarios.
Dominio clave	Las biomoléculas son polímeros orgánicos constitutivos de los seres vivos. Sus propiedades físicas y químicas son determinantes para las funciones que pueden cumplir en el organismo.
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none">▪ Relaciona la capacidad del ARN para formar cadenas dobles con su diversidad estructural y funcional.▪ Investiga la actividad infecciosa de los priones y las principales enfermedades priónicas en humanos.
Notación	Todos los estándares para la denominación, nomenclatura, escritura y representación de compuestos orgánicos deberán ser compatibles con las disposiciones de la IUPAC. ^{3, 5} Para representar abreviadamente la identidad de un aminoácido se podrá utilizar la notación de una o tres letras, prefiriéndose la notación de una letra cuando se trate con secuencias de aminoácidos. ⁶ Para representar la identidad de un nucleótido de ADN o ARN se empleará la notación estándar de caracteres romanos que se basa en la inicial mayúscula del nombre de la base nitrogenada contenida en el nucleótido, donde: A = Adenina, C = Citocina, G = Guanine, T = Timina y U = Uracilo (ribonucleótido). ⁶ No se recomienda emplear las notaciones para aminoácidos ambiguos ni para bases nitrogenadas degeneradas. ⁷

Unidad 7 Biología celular

Duración: 5 semanas

Eje integrador: sistemas

Competencia:

Compara sus observaciones e interpretaciones de un experimento o simulación con los fundamentos de biología celular, bioenergética y metabolismo, para generalizar la naturaleza del flujo de energía e información molecular en los seres vivos.

Contenidos conceptuales

Alimentación de las células

- Transducción de energía en los seres vivos
- Intercambio de materiales energéticos
- Entropía y organización

Información molecular

- Código genético
- Nomenclatura de aminoácidos

Energía biológicamente útil

- Concepto
- Naturaleza y tipos
- Procesos celulares que emplean energía biológicamente útil

Enzimas y metabolismo

- Actividad enzimática
- Enzimas en bases de datos biológicas

Contenidos procedimentales

- 7.1. Indagación del uso de energía en los seres vivos a partir de fenómenos cotidianos.
- 7.2. Análisis de los conceptos de entropía y organización en los seres vivos.
- 7.3. Explicación del código genético y la nomenclatura de aminoácidos.
- 7.4. Indagación del concepto de energía biológicamente útil.
- 7.5. Reconocimiento de los tipos de energía biológicamente útil empleando simulaciones o manipulativos.
- 7.6. Exploración de procesos celulares que emplean energía biológicamente útil.
- 7.7. Indagación de la presencia de enzimas en los seres vivos.

Indicadores de logro

- 7.1. Ejemplifica el uso de energía en los seres vivos a partir de fenómenos cotidianos.
- 7.2. Explica los conceptos de entropía y organización en los seres vivos.
- 7.3. Reconoce el código genético y la nomenclatura de aminoácidos como formas de representar información molecular.
- 7.4. Explica el concepto de energía biológicamente útil.
- 7.5. Reconoce los tipos de energía biológicamente útil.
- 7.6. Ejemplifica procesos celulares que emplean energía biológicamente útil.
- 7.7. Argumenta la presencia de enzimas en los seres vivos.

Respiración celular

- Procesos oxidativos
- Respiración aerobia
- Fermentación
- Cadena transportadora de electrones

Fotosíntesis

- Proceso general
- Pigmentos fotosintéticos
- Fotofosforilación

7.8. Demostración experimental de la actividad enzimática.

7.9. Búsqueda y visualización de enzimas en bases de datos.

7.10. Indagación de los procesos oxidativos que suceden en la respiración celular.

7.11. Comprobación experimental de la respiración celular aerobia y la fermentación.

7.12. Simulación del funcionamiento de una cadena de transporte de electrones.

7.13. Demostración experimental de la actividad fotosintética.

7.14. Experimentación con la extracción y separación de pigmentos fotosintéticos.

7.15. Simulación de los procesos de fotofosforilación de la fotosíntesis.

7.8. Interpreta los resultados de un experimento demostrativo de la actividad enzimática.

7.9. Obtiene información de enzimas a partir del uso de bases de datos.

7.10. Ejemplifica los procesos oxidativos que suceden en la respiración celular.

7.11. Efectúa un experimento para comprobar la ocurrencia de la respiración celular aerobia o de la fermentación.

7.12. Explica el funcionamiento general de una cadena de transporte de electrones.

7.13. Interpreta los resultados de un experimento demostrativo de la actividad fotosintética.

7.14. Efectúa un experimento de extracción y separación de pigmentos fotosintéticos.

7.15. Explica los procesos de fotofosforilación de la fotosíntesis.

Contenido actitudinal

Conciencia sobre las múltiples aplicaciones de conocer el funcionamiento de las células.

Dominio clave

Las células son sistemas abiertos altamente organizados. Para mantener su integridad y funciones vitales requieren de energía, materiales constitutivos y un lenguaje para gestionar su información.

Indicadores avanzados

- Explica el proceso de transcripción de la información genética.
- Relaciona estructuras y procesos moleculares de las células para explicar el funcionamiento normal de los seres vivos, enfermedades o sucesos ecológicos.

Notación

Las unidades de medida a emplear son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas. Todos los estándares para la denominación, nomenclatura, escritura y representación de compuestos orgánicos e iones inorgánicos deberán ser compatibles con las disposiciones de la IUPAC.^{3, 4, 5} Para representar abreviadamente la identidad de un aminoácido se podrá utilizar la notación de una o tres letras, prefiriéndose la notación de una letra cuando se trate con secuencias de aminoácidos.⁶ Para representar la identidad de un nucleótido de ADN o ARN se empleará la notación estándar de caracteres romanos que se basa en la inicial mayúscula del nombre de la base nitrogenada contenida en el nucleótido, donde: A = Adenina, C = Citocina, G = Guanina, T = Timina y U = Uracilo (ribonucleótido).⁶ No se recomienda emplear las notaciones para aminoácidos ambiguos ni para bases nitrogenadas degeneradas.⁷

Unidad 8 Anatomía y fisiología humana

Duración: 4 semanas

Eje integrador: sistemas

Competencia:

Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información con lenguaje científico, para comunicar sus hallazgos y conclusiones acerca de la anatomía, funcionamiento y medidas de autocuidado de los sistemas nervioso, endocrino e inmunitario.

Contenidos conceptuales

Sistema nervioso

- Reflejos
- Sistema nervioso somático y autónomo
- Estructura y funciones de las neuronas y neuroglías
- Sistema nervioso central y periférico

Sistemas sensoriales

- Órganos receptores
- Proceso de recepción de estímulo
- Fotorreceptores
- Mecanorreceptores
- Termorreceptores
- Quimiorreceptores
- Potencial de acción
- Sinapsis
- Neurona sensorial y motora

Contenidos procedimentales

- 8.1. Indagación de los tipos de reflejos y las funciones corporales controladas por el sistema nervioso somático y autónomo.
- 8.2. Construcción de modelos de células nerviosas ajustados a sus funciones.
- 8.3. Explicación de la anatomía general y funciones corporales reguladas por el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico.
- 8.4. Reconocimiento del papel de los órganos receptores para percibir el entorno.
- 8.5. Experimentación con el proceso de recepción de estímulos a través de distintos órganos receptores.
- 8.6. Simulación de los procesos fisiológicos de las neuronas sensoriales y motoras.

Indicadores de logro

- 8.1. Ejemplifica los tipos de reflejos y las funciones corporales controladas por el sistema nervioso somático y autónomo.
- 8.2. Construye un modelo de neurona o neuroglia ajustado a su anatomía celular y funciones principales.
- 8.3. Explica la anatomía general y las principales funciones corporales reguladas por el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico.
- 8.4. Explica el papel de los órganos receptores para percibir el entorno.
- 8.5. Sintetiza el proceso general de recepción de estímulos a través de distintos órganos receptores.
- 8.6. Representa un proceso fisiológico en el que participan las neuronas sensoriales o motoras.

Respuesta endocrina

- Hormonas
- Órganos diana
- Glándulas endocrinas
- Respuestas a corto y largo plazo de las glándulas endocrinas

Sistema inmunitario

- Estructura y función
- Inmunidad innata y adaptativa
- Acción de las vacunas
- Impactos del estrés y del sueño en las respuestas inmunitarias
- Enfermedades del sistema inmunitario

- 8.7. Indagación de la importancia de las hormonas y el concepto de órgano diana.
- 8.8. Identificación de las principales respuestas endocrinas y las glándulas involucradas.
- 8.9. Determinación de las respuestas a corto y largo plazo de las glándulas endocrinas ante estímulos del entorno.
- 8.10. Reconocimiento de los componentes y líneas de defensa del sistema inmunitario con relación a la respuesta innata y adaptativa.
- 8.11. Exploración de los impactos del estrés y del sueño en las respuestas inmunitarias.
- 8.12. Investigación de las enfermedades que afectan el sistema inmunitario y sus consecuencias.

- 8.7. Explica la importancia de las hormonas y el concepto de órgano diana.
- 8.8. Ejemplifica las principales respuestas endocrinas y las glándulas involucradas.
- 8.9. Reconoce respuestas a corto y largo plazo de las glándulas endocrinas ante estímulos del entorno.
- 8.10. Explica brevemente los componentes y líneas de defensa del sistema inmunitario en relación con la respuesta innata y adaptativa.
- 8.11. Describe los impactos del estrés y del sueño en las respuestas inmunitarias.
- 8.12. Ejemplifica enfermedades que afectan el sistema inmunitario y sus consecuencias.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Autocuidado de la salud mental como medio que contribuye a mantener el funcionamiento óptimo de los sistemas nervioso e inmunitario. ▪ Prevención del VIH/SIDA como enfermedad infectocontagiosa que afecta el sistema inmunológico.
Dominio clave	El cuerpo humano regula sus funciones internas e interacciona con el entorno gracias a la actividad coordinada de los sistemas nervioso, endocrino e inmunitario. Cualquier alteración en ellos tiene un efecto directo sobre el funcionamiento completo del organismo y su capacidad de responder a estímulos o amenazas.
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica procesos fisiológicos involuntarios relacionados con la percepción del tiempo y los ritmos circadianos. ▪ Advierte posibles repercusiones en la salud debidas a alteraciones del sistema endocrino.
Notación	Las unidades de medida a emplear son las estandarizadas por el SI, ¹ de acuerdo con el Reglamento Técnico Salvadoreño (RTS) 01.02.01:18 o su actualización. ² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras separadas por un espacio. No se emplearán comas. Todos los estándares para la denominación, nomenclatura, escritura y representación de compuestos orgánicos e iones inorgánicos deberán ser compatibles con las disposiciones de la IUPAC. ^{3, 4, 5}



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

Programa de estudio de Segundo año de bachillerato

Competencias de grado

Al finalizar el segundo año de bachillerato, el estudiantado será competente para:

- Contrastar sus propios resultados experimentales y conclusiones con principios y teorías científicas, para generalizar o predecir el comportamiento de fenómenos naturales o el desempeño de dispositivos.
- Diseñar sus propios proyectos colaborativos, estrategias experimentales o adecuaciones tecnológicas, como medios para afrontar situaciones problema o propiciar innovaciones.
- Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa, con nomenclatura y lenguaje científico, para analizar, comunicar y defender el alcance de los hallazgos y conclusiones de su equipo de trabajo.

Unidad 1 Ciencias del espacio

Duración: 3 semanas

Eje integrador: sistemas

Competencia:

Contrastar razonamientos y conclusiones propias con los principios y teorías de la astronomía, para generalizar el comportamiento de sistemas conformados por objetos astronómicos.

Contenidos conceptuales

Sistema solar

- Sistema geocéntrico
- Sistema heliocéntrico
- Leyes del movimiento planetario de Kepler
- Ley de gravitación universal de Newton

Tecnologías para la observación espacial

- Astronomía de longitudes de onda
- Telescopios y detectores

Sistemas planetarios

- Exoplanetas

Contenidos procedimentales

- 1.1. Exploración del razonamiento que originó los sistemas geocéntrico y heliocéntrico.
- 1.2. Simulación de los parámetros orbitales de sistemas planetarios descritos por las leyes de Kepler.
- 1.3. Cálculo de la masa de la Tierra a partir de la ley de la gravitación universal de Newton.
- 1.4. Análisis del espectro de radiación térmica emitido por un cuerpo celeste.
- 1.5. Reconocimiento de las ventajas y desventajas en el uso de telescopios de refracción y reflexión.
- 1.6. Exploración de los tipos de detectores de imágenes empleados en los observatorios astronómicos terrestres y espaciales.
- 1.7. Indagación de los métodos para detectar y caracterizar un exoplaneta.

Indicadores de logro

- 1.1. Explica el razonamiento que llevó al planteamiento de los sistemas geocéntrico y heliocéntrico.
- 1.2. Identifica los parámetros orbitales de los sistemas planetarios descritos por las leyes de Kepler.
- 1.3. Calcula la masa de la Tierra a partir de la ley de la gravitación universal de Newton.
- 1.4. Relaciona la temperatura de un objeto astronómico con el tipo de radiación que emite.
- 1.5. Reconoce las ventajas y desventajas en el uso de telescopios de refracción y reflexión.
- 1.6. Ejemplifica tipos de detectores de imágenes empleados en los observatorios astronómicos terrestres y espaciales.
- 1.7. Explica un método empleado para detectar o caracterizar un exoplaneta.

- Propiedades de exoplanetas
- Introducción a la astrobiología

- 1.8. Exploración de las propiedades deducibles de los exoplanetas.
- 1.9. Discusión acerca de las condiciones que permiten el desarrollo de vida en un planeta y cómo detectarlas.

- 1.8. Ejemplifica las propiedades deducibles de los exoplanetas.
- 1.9. Argumenta cuáles son las condiciones que permiten el desarrollo de la vida en un planeta.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apertura mental ante los razonamientos históricos y prospectivos de la astronomía y la astrobiología. ▪ Curiosidad ante el planteamiento de preguntas y situaciones concernientes a la exploración espacial.
Dominio clave	A través del cosmos se encuentran diversos tipos de sistemas conformados por objetos astronómicos. A pesar de las largas distancias que los separan, la astronomía y la radioastronomía, en conjunto con un rápido desarrollo tecnológico, han permitido su estudio cada vez más detallado. Actualmente, incluso es posible inferir las condiciones de habitabilidad de los exoplanetas.
Indicador avanzado	Cuestiona sobre los avances en astronomía gravitacional.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el Sistema Internacional (SI),¹ de acuerdo con el Reglamento Técnico Salvadoreño (RTS) 01.02.01:18 o su actualización.²</p> <p>En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras, separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Adicionalmente, se podrán utilizar las siguientes unidades de medida reconocidas por la Unión Astronómica Internacional (IAU, por sus siglas en inglés).⁹</p> <p>au: unidad astronómica, longitud igual a 0.149 598 Tm que equivale aproximadamente a la distancia media entre la Tierra y el Sol.</p> <p>ly: año luz, unidad de longitud definida por la distancia que recorre la luz en un año terrestre.</p> <p>pc: Parsec, unidad de longitud igual a 206 265 au o 3.261 6 ly.</p> <p>M_{\odot}: Masa solar, utilizada para medir comparativamente la masa de estrellas y otros objetos astronómicos masivos, equivale a $1.989\ 1 \times 10^{30}$ kg.⁹</p>

Unidad **2** Introducción a la física moderna

Duración: 3 semanas

Eje integrador: energía

Competencia:

Aplicar técnicas de representación y síntesis de información, con nomenclatura y lenguaje científico, para analizar o comunicar los conceptos fundamentales y las aplicaciones cotidianas de la física moderna.

Contenidos conceptuales

Teoría de la relatividad especial

- Métrica del espacio Euclidiano
- Métrica del espacio de Minkowski
- Consecuencias en el tiempo y en el espacio

Interacción de la radiación y la materia

- Radiación ionizante
- Radiación con partículas y radiación electromagnética
- Tipos y aplicaciones médicas de la radiación ionizante

Contenidos procedimentales

- 2.1. Reconocimiento de las métricas del espacio relativista y no relativista, y sus invarianzas.
- 2.2. Interpretación de los marcos de referencia inerciales para eventos simultáneos.
- 2.3. Cálculo de la longitud de objetos que se mueven a una rapidez cercana a la de la luz.
- 2.4. Exploración de los tipos de radiación ionizante y sus efectos en las células.
- 2.5. Reconocimiento de la radiación de partículas y la radiación electromagnética a partir de sus interacciones con la materia.
- 2.6. Identificación de los tipos de radiación ionizante y sus aplicaciones médicas.

Indicadores de logro

- 2.1. Identifica las métricas del espacio relativista y no relativista, y sus invarianzas.
- 2.2. Interpreta los marcos de referencia inerciales para eventos simultáneos.
- 2.3. Calcula la longitud de objetos que se mueven a una rapidez cercana a la de la luz.
- 2.4. Reconoce los tipos de radiación ionizante y sus principales efectos en las células.
- 2.5. Diferencia la radiación de partículas de la radiación electromagnética por sus interacciones con la materia.
- 2.6. Ejemplifica aplicaciones médicas de la radiación ionizante según su tipo.

Física nuclear

- Principios básicos de las reacciones nucleares
- Principios de los reactores nucleares
- Aplicaciones tecnológicas no eléctricas

- 2.7. Indagación del concepto y características fundamentales de las reacciones de fisión y fusión nuclear.
- 2.8. Generalización del proceso de transformación del combustible nuclear en energía eléctrica.
- 2.9. Investigación de las aplicaciones tecnológicas nucleares no eléctricas.

- 2.7. Reconoce las características fundamentales de las reacciones de fisión y fusión nuclear.
- 2.8. Representa el proceso general de transformación de un combustible nuclear en energía eléctrica.
- 2.9. Ejemplifica aplicaciones tecnológicas nucleares no eléctricas.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none">▪ Apertura mental para concebir fenómenos físicos ocurridos en condiciones extremas como velocidad cercana a la de la luz, alta energía o a escalas subatómicas.▪ Seguridad como usuario de tecnologías que emplean distintos tipos y niveles de radiación.
Dominio clave	La física moderna se refiere a un conjunto de campos del conocimiento desarrollados a principios del siglo XX que incluyen la teoría de la relatividad y la mecánica cuántica. Si bien estos buscaban explicar fenómenos que ocurren en condiciones o escalas extremas, actualmente tienen aplicaciones directas en la vida cotidiana; por ejemplo, la fisión nuclear permite generar energía a escala masiva, el conocimiento sobre radiación ha facilitado el desarrollo de tecnologías médicas, y los efectos relativistas son fundamentales para el funcionamiento preciso de sistemas como el GPS.
Indicador avanzado	Reconoce los métodos de datación por radioisótopos como una de las aplicaciones de la física moderna.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.²</p> <p>En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras, separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Simbología utilizada para la representación de magnitudes de interés en la unidad:</p> <p>f: frecuencia de oscilación de la luz, en hertz, Hz. f_o: frecuencia de corte, en hertz, Hz. i: corriente fotoeléctrica, en ampere, A. V_o: voltaje o diferencia de potencial de frenado, en volt, V. eV_o: energía cinética, en electronvolt, eV. K_{max}: energía cinética máxima, en electronvolt, eV.</p>

h: constante de Planck, en joule por segundo, J·s o en electronvolt por segundo eV·s.
R: actividad de un núcleo radiactivo o radionucleido, en becquerel, Bq.
c: rapidez de la luz, en metros sobre segundo, m/s.
u o Da: unidad de masa atómica unificada o dalton, en kilogramo, kg.
 m_p : masa del protón, en kilogramo, kg; unidad de masa atómica, u; o megaelectronvolt por c al cuadrado, MeV/c².
 m_n : masa del neutrón, en kilogramo, kg; unidad de masa atómica, u; o megaelectronvolt por c al cuadrado, MeV/c².
 E_b : energía de enlace por nucleón, en megaelectronvolt, MeV.
 $T_{1/2}$: vida media de un núcleo radiactivo, en año, a; mes, m; día, d; hora, h; minuto, min; o segundo, s.
 D_R : dosis absorbida, energía específica (impartida), kerma, en gray, Gy.

Unidad **3** Bases genéticas de la evolución

Duración: 5 semanas

Eje integrador: interacciones

Competencia:

Manipular herramientas de búsqueda, representación y simulación virtual de procesos genéticos o celulares como medios para explicar el funcionamiento general de los mecanismos evolutivos clásicos o de edición y transferencia genética horizontal.

Contenidos conceptuales

Material genético y genoma

- Tamaño del genoma
- Ploidía
- Propiedades y organización
- Bases de datos de información genética

Ciclo celular

- Concepto y regulación
- Replicación del ADN
- Mitosis
- Meiosis

Expresión génica

- Concepto
- Control de la expresión génica
- Transcripción y traducción de la información genética

Contenidos procedimentales

- 3.1. Demostración de las diferencias en cuanto al tamaño del genoma y ploidía entre especies.
- 3.2. Comprobación de las propiedades fisicoquímicas del material genético y la organización cromosómica del ADN.
- 3.3. Búsqueda y tamizaje de información genética en bases de datos biológicas.
- 3.4. Exploración del ciclo celular y su regulación.
- 3.5. Simulación de los principales procesos de la división mitótica.
- 3.6. Uso de herramientas virtuales para explorar la división meiótica.
- 3.7. Reconocimiento de procesos cotidianos que involucran el control de la expresión génica.
- 3.8. Simulación de los procesos de transcripción y traducción.

Indicadores de logro

- 3.1. Reconoce las discrepancias en cuanto al tamaño del genoma y la ploidía entre especies.
- 3.2. Reconoce las propiedades fisicoquímicas del material genético y la organización cromosómica del ADN.
- 3.3. Obtiene secuencias genéticas cortas empleando bases de datos biológicas.
- 3.4. Explica las fases del ciclo celular y sus puntos de control.
- 3.5. Describe los principales procesos de la división mitótica.
- 3.6. Describe los principales procesos de la división meiótica.
- 3.7. Ejemplifica procesos que involucran el control de la expresión génica.
- 3.8. Representa los procesos de transcripción y traducción.

Mecanismos evolutivos

- Recombinación genética
- Mutaciones y sus tipos
- Selección natural, artificial y sexual

Transferencia genética horizontal (TGH)

- Transducción y transfección
- Procesos de TGH
- Transgénesis y edición genética

3.9. Explicación de los procesos de transcripción y traducción.

3.10. Reconocimiento del proceso de recombinación genética y su papel como mecanismo evolutivo.

3.11. Reconocimiento del papel de las mutaciones en la adaptabilidad y en el incremento de la diversidad genética.

3.12. Análisis de los mecanismos de selección natural, artificial y sexual a partir de casos.

3.13. Reconocimiento de mecanismos de transducción y transfección celular.

3.14. Simulación de un proceso de transferencia genética horizontal (TGH).

3.15. Explicación de mecanismos de transgénesis y edición genética.

3.9. Explica los procesos de transcripción y traducción utilizando la terminología científica.

3.10. Reconoce el proceso de recombinación genética como un mecanismo evolutivo.

3.11. Explica el papel de las mutaciones en la adaptabilidad y el incremento de la diversidad genética.

3.12. Ejemplifica cómo los mecanismos de selección natural, artificial y sexual actúan restringiendo la variabilidad genética.

3.13. Identifica mecanismos de transducción y transfección celular.

3.14. Explica en qué consisten los procesos de transferencia genética horizontal (TGH).

3.15. Representa un mecanismo de transgénesis o de edición genética.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rigurosidad al representar y explicar los procesos celulares y mecanismos evolutivos. ▪ Valoración ética de las prácticas para el mejoramiento genético, tales como selección artificial, hibridación, transgénesis y edición genética.
Dominio clave	El material genético contiene las instrucciones necesarias para dirigir el comportamiento de las células. Ciertos factores ambientales y procesos internos de un organismo son susceptibles de alterar el material genético, lo que repercute tanto en el comportamiento celular de los individuos como en la composición genética de las poblaciones.
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifica el patrón de herencia de un rasgo. ▪ Advierte la ocurrencia del ligamiento genético.

Notación

Para representar abreviadamente la identidad de un aminoácido se podrá utilizar la notación de una o tres letras, prefiriéndose la notación de una letra cuando se trate con secuencias de aminoácidos.⁶ Para representar la identidad de un nucleótido de ADN o ARN se empleará la notación estándar de caracteres romanos que se basa en la inicial mayúscula del nombre de la base nitrogenada contenida en el nucleótido, donde: A = Adenina, C = Citocina, G = Guanina, T = Timina y U = Uracilo (ribonucleótido).⁷ No se recomienda emplear las notaciones para aminoácidos ambiguos ni para bases nitrogenadas degeneradas.⁸

Además de las unidades del SI, se podrán utilizar las siguientes unidades de medida de uso común en las bases de datos y simuladores biológicos:

Å: åmstrong, unidad de longitud equivalente a 0.1 nm.⁶

pb: par de bases, unidad utilizada para expresar la longitud de una secuencia de nucleótidos, equivale a aproximadamente 3.4 Å.

kb o kpb: kilobase, unidad de longitud de secuencia de nucleótidos equivalente a 1000 pb.

Mb o Mpb: megabase, unidad de longitud de secuencia de nucleótidos equivalente a 1 000 000 pb.

Gb o Gpb: gigabase, unidad de longitud de secuencia de nucleótidos equivalente a 1 000 000 000 pb.

nt: nucleótido(s), puede emplearse como medida del número de nucleótidos de una secuencia monocatenaria.

Unidad 4 Análisis de biodiversidad

Duración: 4 semanas

Eje integrador: organización

Competencia:

Aplica técnicas estadísticas de registro, representación y síntesis de datos de biodiversidad para inferir o analizar relaciones entre organismos o comunidades biológicas.

Contenidos conceptuales

Biodiversidad genética poblacional

- Cruce genético dihíbrido
- Proporciones genotípicas y alélicas
- Frecuencias genotípicas y alélicas

Origen común de la vida

- Características de los seres vivos.
- *Last Universal Common Ancestor (LUCA)*
- Especies, subespecies, variedades y cepas
- Especiación

Estimación de la biodiversidad

- Riqueza y abundancia de especies
- Similitud y distancia entre comunidades biológicas
- Biodiversidad funcional: nicho ecológico

Contenidos procedimentales

- 4.1. Determinación de las proporciones genotípicas y fenotípicas a partir de cruces genéticos.
- 4.2. Cálculo de las frecuencias genotípicas y alélicas para una población.
- 4.3. Resolución de problemas que involucran la determinación de frecuencias genotípicas y alélicas.
- 4.4. Indagación de las características de los seres vivos y las evidencias que apuntan a su origen común.
- 4.5. Relación de las variantes genéticas con los conceptos de especie, subespecie, variedad y cepa.
- 4.6. Exploración de las formas naturales de especiación a partir de casos.
- 4.7. Indagación de los conceptos de riqueza y abundancia de especies a partir de la observación.
- 4.8. Estimación de similitud y distancia entre comunidades biológicas.

Indicadores de logro

- 4.1. Identifica las proporciones genotípicas y fenotípicas a partir de cruces genéticos.
- 4.2. Calcula las frecuencias genotípicas y alélicas para una población.
- 4.3. Resuelve problemas que involucran la determinación de frecuencias genotípicas y alélicas.
- 4.4. Relaciona las características de los seres vivos con las evidencias que apuntan a su origen común.
- 4.5. Define los conceptos de especie, subespecie, variedad y cepa.
- 4.6. Identifica las formas naturales de especiación a partir de casos.
- 4.7. Define los conceptos de riqueza y abundancia de especies.
- 4.8. Estima la similitud y distancia entre comunidades biológicas.

Agrupamiento de organismos

- Uso de índices de biodiversidad
- Dendrogramas guiados por algoritmos
- Grupo monofilético, polifilético y parafilético

4.9. Exploración de la biodiversidad funcional a partir de los nichos ecológicos.

4.10. Exploración de aplicaciones de los índices de biodiversidad.

4.11. Construcción de dendrogramas a partir de algoritmos.

4.12. Interpretación de agrupamientos de organismos a partir de diagramas.

4.9. Explica la importancia de la biodiversidad funcional.

4.10. Ejemplifica los usos o aplicaciones de los índices de biodiversidad.

4.11. Construye un dendrograma a partir un algoritmo específico.

4.12. Reconoce grupos de organismos a partir de dendrogramas.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none">▪ Responsabilidad en la conservación de la biodiversidad en todos sus niveles y atributos.▪ Perseverancia para la resolución de problemas y análisis de datos sobre genética poblacional y biodiversidad.
Dominio clave	La biodiversidad es extensa y cambiante a lo largo del tiempo y de las regiones; sin embargo, es posible cuantificarla para analizar sus atributos a todo nivel, lo que permite su conservación y aprovechamiento controlado.
Indicadores avanzados	Utiliza algoritmos de alineamiento múltiple de secuencias moleculares para determinar identidad genética o construir dendrogramas.
Notación	<p>Para representar la identidad de un nucleótido de ADN o ARN se empleará la notación estándar de caracteres romanos que se basa en la inicial mayúscula del nombre de la base nitrogenada contenida en el nucleótido, donde: A = Adenina, C = Citocina, G = Guanina, T = Timina y U = Uracilo (ribonucleótido).⁷ Los alelos también se representan con letras, usualmente con la inicial de la característica que codifican. Para pares de alelos, una letra mayúscula representa al alelo dominante, mientras que una minúscula al recesivo. Para diferenciar entre alelos múltiples, se recomienda utilizar subíndices numéricos; por ejemplo, para tres versiones de un gen A, los alelos serían A_1, A_2 y A_3. Durante la representación de cruces genéticos, los símbolos ♂ (Marte) y ♀ (Venus) se emplean para denotar respectivamente al padre y a la madre de una generación.</p> <p>Simbología recomendada para representar variables de interés en la unidad: D: frecuencia del genotipo dominante. H: frecuencia del genotipo heterocigoto. R: frecuencia del genotipo recesivo.</p>

p: frecuencia alélica (génica) del alelo dominante.

q: frecuencia alélica (génica) del alelo recesivo.

N: tamaño de la población o muestra.

I_j : índice o distancia de Jaccard.

DSC: coeficiente de similitud de Dice, coeficiente de Dice-Sørensen o índice de Dice.

Los *taxa* específicos a emplear deberán ser compatibles con el sistema de tres dominios de Woese et al. (1990).¹⁰ Para estandarizar la escritura correcta de *taxa* y nombres científicos se emplearán las siguientes reglamentaciones:

- Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN, por sus siglas en inglés).¹¹
- Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (ICBN, por sus siglas en inglés).¹²
- Código Internacional de Nomenclatura de Bacterias (ICNB, por sus siglas en inglés).¹³

Unidad **5** Biotecnología microbiana

Duración: 4 semanas

Eje integrador: tecnología

Competencia:

Contrastar sus propias observaciones y resultados de la experimentación con microorganismos con principios de la microbiología, genética y bioquímica; para generalizar las aplicaciones y métodos de producción empleados en la biotecnología microbiana.

Contenidos conceptuales

Introducción a la biotecnología microbiana

- Concepto y aplicaciones
- Microorganismos de interés industrial y médico
- Técnicas de tinción

Cultivo de microorganismos

- Condiciones para la proliferación microbiana
- Manejo de cultivos microbianos
- Recuento

Contenidos procedimentales

- 5.1. Indagación del concepto y aplicaciones de la biotecnología microbiana a través de la observación de productos comerciales.
- 5.2. Observación de microorganismos de interés industrial o médico empleando técnicas de tinción.
- 5.3. Reconocimiento de las aplicaciones de las técnicas de tinción microbiana.
- 5.4. Demostración práctica de las condiciones de crecimiento y medios de cultivo apropiados para distintos grupos de microorganismos.
- 5.5. Elaboración de cultivos bacterianos en medios sólidos.
- 5.6. Estimación de la cantidad de colonias en placas de cultivo.

Indicadores de logro

- 5.1. Ejemplifica procesos y productos comerciales desarrollados con aplicación de biotecnología microbiana.
- 5.2. Distingue las características de los microorganismos de interés industrial y de aquellos con importancia médica.
- 5.3. Explica la importancia de las aplicaciones de las técnicas de tinción de microorganismos.
- 5.4. Reconoce las condiciones generales de crecimiento y los medios de cultivo apropiados para un grupo de microorganismos.
- 5.5. Explica el proceso general para establecer un cultivo bacteriano en un medio sólido.
- 5.6. Estima la cantidad de colonias de un cultivo microbiano en un medio sólido utilizando un método de recuento sencillo.

Aplicaciones agrícolas y alimentarias

- Microorganismos en el ambiente, la agricultura y la alimentación
- Tecnologías basadas en la fermentación
- Mecanismos de fermentación

Aplicaciones en medicina y farmacología

- Pruebas de detección clínica
- Vacunas
- Probióticos y prebióticos
- Antibióticos y antimicóticos
- Mecanismos de acción de las sustancias antimicrobianas

5.7. Indagación de la importancia del metabolismo bacteriano en el ambiente y sus aplicaciones en agricultura y alimentación.

5.8. Aplicación de tecnologías basadas en la fermentación.

5.9. Explicación de los mecanismos de fermentación y sus aplicaciones.

5.10. Exploración del rol de las vacunas y de las pruebas de detección clínica en la prevención y diagnóstico de enfermedades de origen microbiano.

5.11. Visualización de respuestas macroscópicas de microorganismos frente a antibióticos, antimicóticos u organismos antagonistas.

5.12. Exposición sobre los mecanismos de acción de las sustancias antimicrobianas más comunes.

5.7. Identifica aplicaciones del metabolismo bacteriano en la agricultura y la alimentación.

5.8. Obtiene un bioproducto o producto alimenticio empleando una tecnología basada en la fermentación.

5.9. Explica un mecanismo de fermentación y sus aplicaciones.

5.10. Reconoce las vacunas y las pruebas de detección clínica como tecnologías médicas para la prevención y diagnóstico de enfermedades de origen microbiano.

5.11. Explica el rol de probióticos, prebióticos, antibióticos o antimicóticos en la prevención y tratamiento de enfermedades.

5.12. Representa uno de los mecanismos de acción general de los antibióticos o de los antimicóticos.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Práctica de medidas de bioseguridad y profilaxis al manipular muestras biológicas y alimentos. ▪ Interés por conocer la composición y riesgos asociados al consumo irresponsable de suplementos y medicamentos.
Dominio clave	<p>La biotecnología microbiana es la ciencia que se encarga de utilizar microorganismos para desarrollar productos y procesos útiles para los seres humanos. Sus aplicaciones principales se encuentran en la industria alimenticia, médica, farmacéutica y agrícola, por lo que muchos productos cotidianos se obtienen gracias a este conocimiento.</p>
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuestiona sobre las técnicas empleadas para el mejoramiento genético de microorganismos de uso industrial. ▪ Advierte la necesidad del escalado de bioprocesos para la obtención de un producto comercial a partir de microorganismos.

Notación

Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI¹, de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras, separadas por un espacio. No se emplearán comas.

Los *taxa* específicos a emplear deberán ser compatibles con el sistema de tres dominios de Woese et al. (1990).¹⁰ Para estandarizar la escritura correcta de *taxa* y nombres científicos, se emplearán las siguientes reglamentaciones:

- Código Internacional de Nomenclatura de Bacterias (ICNB, por sus siglas en inglés).¹³
- Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (ICBN, por sus siglas en inglés).¹²
- Código Internacional de Clasificación y Nomenclatura de Virus (ICVCN, por sus siglas en inglés).¹⁴

Competencia:

Emplear sus propias adecuaciones tecnológicas o estrategias de experimentación vegetal para evidenciar procesos fisiológicos de las plantas, o implementar técnicas agrícolas modernas para el establecimiento y mejora de cultivos.

Contenidos conceptuales

Introducción a la biotecnología vegetal

- Concepto
- Anatomía vegetal
- Características de la célula vegetal

Reproducción y mejoramiento vegetal

- Reproducción sexual y asexual en plantas de interés agrícola
- Técnicas de propagación vegetativa
- Mejoramiento genético de las plantas

Nutrición de las plantas

- Nutrición y fertilizantes vegetales
- Técnicas de cultivo según el sustrato
- Disponibilidad de nutrientes y pH del suelo

Contenidos procedimentales

- 6.1. Indagación del concepto y aplicaciones de la biotecnología vegetal.
- 6.2. Identificación de tejidos y células vegetales aplicando técnicas de tinción.
- 6.3. Modelación de las características de la célula vegetal.
- 6.4. Indagación de la importancia del tipo de reproducción en las plantas para la producción agrícola.
- 6.5. Experimentación con técnicas de propagación vegetativa.
- 6.6. Comparación entre el mejoramiento genético tradicional y contemporáneo de las plantas.
- 6.7. Indagación en el proceso de nutrición de las plantas y el papel de los fertilizantes.
- 6.8. Experimentación con técnicas de cultivo de plantas en distintos sustratos.

Indicadores de logro

- 6.1. Ejemplifica aplicaciones de la biotecnología vegetal.
- 6.2. Identifica tejidos y células vegetales aplicando técnicas de tinción.
- 6.3. Representa las características de la célula vegetal.
- 6.4. Reconoce la importancia de la reproducción sexual y asexual de las plantas para la producción agrícola.
- 6.5. Explica un procedimiento técnico de propagación vegetativa.
- 6.6. Compara el mejoramiento genético vegetal tradicional con el contemporáneo.
- 6.7. Resume el proceso de nutrición de las plantas incluyendo el papel de los fertilizantes en este.
- 6.8. Explica un procedimiento técnico para establecer cultivos vegetales en un sustrato distinto al suelo.

Desarrollo vegetal

- Concepto y etapas
- Hormonas vegetales
- Fitorreguladores
- Fotoperíodo

Cultivo *in vitro* de plantas

Manejo de germoplasma

- Conservación del germoplasma
- Almacenamiento de semillas

Manejo de plagas

- Desinfectantes y repelentes
- Plaguicidas

6.9. Reconocimiento de los efectos de los cambios del pH del suelo en la nutrición mineral de las plantas.

6.10. Indagación de la existencia de hormonas vegetales.

6.11. Experimentación con los efectos de hormonas vegetales y fitorreguladores en el desarrollo de las plantas.

6.12. Reconocimiento de los efectos del fotoperíodo en plantas.

6.13. Preparación de las condiciones para un cultivo *in vitro* de plantas.

6.14. Experimentación con métodos caseros de cultivo *in vitro* de plantas.

6.15. Caracterización de los métodos para regeneración *in vitro* de plantas.

6.16. Indagación de la importancia de la conservación del germoplasma.

6.17. Experimentación con métodos de almacenamiento de semillas.

6.18. Clasificación de los agroquímicos para el control de plagas según su uso y etiquetado de seguridad.

6.9. Describe los efectos de los cambios del pH del suelo en la nutrición mineral de las plantas.

6.10. Relaciona el concepto de hormona vegetal con el desarrollo de las plantas.

6.11. Ejemplifica efectos de las hormonas vegetales o fitorreguladores en el desarrollo de las plantas o sus estructuras.

6.12. Explica los efectos del fotoperíodo en las plantas.

6.13. Generaliza las condiciones a tener en cuenta para iniciar un cultivo *in vitro* de plantas.

6.14. Explica un método simple para establecer un cultivo *in vitro* de plantas.

6.15. Caracteriza un método de regeneración *in vitro* de plantas.

6.16. Reconoce la importancia de la conservación del germoplasma.

6.17. Explica las condiciones a tener en cuenta para el almacenamiento adecuado de semillas.

6.18. Clasifica agroquímicos para el control de plagas por su uso y etiquetado de seguridad.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conciencia en la diversidad de conocimientos y tecnologías asociadas a la investigación y producción agrícola moderna. ▪ Reflexión acerca del uso adecuado y responsable de la biotecnología y los agroquímicos.
Dominio clave	<p>Conocer la estructura, fisiología y genética de las plantas ha permitido desarrollar o transferir técnicas y tecnologías que facilitan su manipulación y mejora en favor de una producción agrícola y forestal con mayor calidad, eficiencia y sostenibilidad.</p>
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investiga el funcionamiento de pruebas moleculares para la identificación de genotipos en plantas. ▪ Cuestiona sobre la síntesis de los ingredientes activos presentes en los agroquímicos.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras, separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Para estandarizar la escritura correcta de <i>taxa</i> y nombres científicos se emplearán las siguientes reglamentaciones:</p> <p>Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (ICBN, por sus siglas en inglés).¹² Código Internacional de Nomenclatura de Bacterias (ICNB, por sus siglas en inglés).¹³</p>

Competencia:

Contrastar sus propias observaciones y resultados experimentales con principios físicos y químicos empleados en la ciencia de materiales, para generalizar la estructura, propiedades y aplicaciones principales de los metales, cerámicos y polímeros sintéticos.

Contenidos conceptuales**Metales y cerámicas**

- Propiedades y arreglos atómicos de los metales
- Aleaciones
- Tipos de cristales: aceros
- Estructura y tipos de cerámicas
- Procesamiento y aplicaciones de los materiales cerámicos

Polímeros y materiales compuestos

- Clasificación de los polímeros
- Reacciones de polimerización
- Sistemas reforzados
- Estructura y clasificación de los materiales compuestos

Propiedades de los materiales

- Eléctricas, magnéticas, ópticas, térmicas, absorción y emisión de luz

Contenidos procedimentales

- 7.1. Comparación de las propiedades de los principales metales y aleaciones utilizadas en la industria electrónica.
- 7.2. Comparación de las estructuras y aplicaciones de los tipos de materiales cerámicos y aceros del entorno.
- 7.3. Descripción de aplicaciones tecnológicas y médicas de cerámicas y metales.
- 7.4. Reconocimiento de la diversidad de polímeros sintéticos en el entorno.
- 7.5. Experimentación con el proceso de polimerización y los diferentes tipos de polímeros resultantes.
- 7.6. Investigación de la estructura y clasificación de los materiales compuestos y las formas de reciclaje de polímeros.
- 7.7. Relación entre las propiedades de los metales, las cerámicas y los polímeros con sus principales usos.

Indicadores de logro

- 7.1. Identifica propiedades de los principales metales y aleaciones utilizadas en la industria electrónica.
- 7.2. Relaciona la estructura de metales y cerámicas con sus propiedades y aplicaciones.
- 7.3. Ejemplifica aplicaciones tecnológicas y médicas de los metales y las cerámicas.
- 7.4. Reconoce distintos tipos de polímeros sintéticos de uso común.
- 7.5. Generaliza los mecanismos básicos de polimerización y los tipos de polímeros resultantes.
- 7.6. Describe la estructura, clasificación y formas de reciclaje de los materiales compuestos.
- 7.7. Relaciona las propiedades de los metales, las cerámicas y los polímeros con sus principales usos.

Nanomateriales

- Escala
- Aplicaciones

- 7.8. Elaboración de una escala comparativa del tamaño de partícula y estructura de los nanomateriales.
- 7.9. Investigación de las principales aplicaciones de los nanomateriales.

- 7.8. Explica el concepto de nanomaterial en función del tamaño de su partícula o estructura.
- 7.9. Ejemplifica las principales aplicaciones de los nanomateriales.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apropriación de los hábitos de reciclaje y descarte apropiados de residuos sólidos. ▪ Interés por conocer la composición de diferentes productos y dispositivos de uso cotidiano.
Dominio clave	Los materiales tienen una composición y estructura diversa que les confiere propiedades distintivas, lo que repercute en su utilidad, durabilidad y formas de disposición final.
Indicadores avanzados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliza la teoría de bandas para explicar las propiedades de los metales. ▪ Investiga las propiedades y aplicaciones de los semiconductores.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.²</p> <p>En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras, separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p>

Unidad 8 Ecología y ambiente

Duración: 4 semanas

Eje integrador: sistemas

Competencia:

Aplicar técnicas de registro, representación y síntesis de información cuantitativa sobre biodiversidad y ecosistemas para analizar problemáticas ambientales y defender propuestas o posturas para reducir sus impactos.

Contenidos conceptuales

Flujo de energía y materiales en los ecosistemas

- Productividad
- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)
- Ciclos biogeoquímicos

Problemática ambiental de El Salvador

- Deforestación
- Contaminación
- Extracción y tráfico de fauna y flora
- Cambio de uso y degradación del suelo
- Planificación y gestión territorial

Problemática ambiental global

- Sobreexplotación de recursos naturales
- Diversidad de residuos: aparatos eléctricos, electrónicos y microplásticos

Contenidos procedimentales

- 8.1. Estimación de la productividad y DBO en las comunidades biológicas.
- 8.2. Reconocimiento de procesos biológicos que forman parte de los ciclos biogeoquímicos.
- 8.3. Representación de los ciclos biogeoquímicos.
- 8.4. Indagación de problemáticas ambientales asociadas con la deforestación, la contaminación y la extracción de fauna o flora en la comunidad.
- 8.5. Análisis del impacto de un cambio en el uso del suelo y los factores que llevan a su degradación.
- 8.6. Discusión sobre el abordaje de problemáticas ambientales a través de la planificación y gestión territorial.
- 8.7. Exploración de los recursos naturales más explotados y los principales residuos generados a nivel mundial.

Indicadores de logro

- 8.1. Define los conceptos de productividad y DBO en comunidades biológicas.
- 8.2. Reconoce procesos biológicos que forman parte de los ciclos biogeoquímicos.
- 8.3. Explica el desarrollo de un ciclo biogeoquímico.
- 8.4. Identifica causas y consecuencias de la deforestación, la contaminación o la extracción de fauna o flora silvestre en El Salvador.
- 8.5. Explica los impactos potenciales de un cambio en el uso de suelo y los factores que llevan a su degradación.
- 8.6. Argumenta cómo la planificación y la gestión territorial pueden ayudar a combatir la problemática ambiental.
- 8.7. Reconoce la sobreexplotación de recursos y la generación de residuos de distintos tipos como problemáticas con repercusión mundial.

- Calentamiento global y cambio climático
- Escasez de agua
- Pérdida de biodiversidad
- ¿La sexta extinción masiva?

Restauración de ecosistemas

- Tipos de restauración
- Monitoreo de biodiversidad
- Conservación de recursos

8.8. Reconocimiento de las causas y consecuencias del cambio climático antropogénico.

8.9. Análisis de las causas y los impactos globales de la pérdida de biodiversidad.

8.10. Indagación de los mecanismos de restauración de ecosistemas.

8.11. Exploración del estado de regeneración de los ecosistemas.

8.12. Reconocimiento de estrategias de restauración de ecosistemas.

8.8. Explica las principales causas y consecuencias del cambio climático antropogénico.

8.9. Explica las causas y los impactos globales de la pérdida de biodiversidad.

8.10. Identifica los mecanismos de restauración de ecosistemas.

8.11. Explica un método o técnica para el monitoreo de biodiversidad.

8.12. Reconoce estrategias de restauración de ecosistemas.

Contenidos actitudinales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apropriación de hábitos de consumo y disposición final de residuos encaminados a reducir su huella ecológica. ▪ Conciencia del estado actual de las problemáticas ambientales globales y de las acciones que pueden ayudar a combatirlas.
Dominio clave	La degradación de los ecosistemas, ocasionada principalmente por la sobreexplotación de recursos naturales y la contaminación de distintos tipos, genera múltiples consecuencias adversas observables a nivel mundial. Sin embargo, existen herramientas como la planificación territorial y la restauración de ecosistemas que ayudan a reducir su impacto y proponer soluciones.
Indicador avanzado	Propone una estrategia para transformar su entorno en una comunidad sostenible.
Notación	<p>Las unidades de medida, su definición, simbología, prefijos y las reglas de escritura, así como el manejo de cifras a emplear, son las estandarizadas por el SI,¹ de acuerdo con el RTS 01.02.01:18 o su actualización.² En los valores numéricos se empleará el punto como separador decimal. Los números con muchas cifras se repartirán en grupos de tres cifras, separadas por un espacio. No se emplearán comas.</p> <p>Como unidades de medida compatibles con el sistema internacional, podrán utilizarse:</p> <p>T: temperatura, en kelvin, K, o también en grado Celsius, °C.</p> <p>A o S: Área o superficie, en metro cuadrado, m², o también en hectárea, ha (10 000 m²).</p> <p>V : volumen, en metro cúbico, m³, o también en litros, L (0.001 m³).</p>

Para la definición de la terminología hídrica se tomarán como referencia la Ley General de Recursos Hídricos (decreto 253-2022),¹⁵ y el Glosario Meteorológico del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2022),¹⁶ o sus respectivas actualizaciones.

Para comparar la aptitud de los cuerpos de agua respecto a los usos prioritarios, se empleará el índice de Calidad del Agua General (ICA) propuesto por Brown (1970),¹⁷ o su actualización por parte del MARN. Para los valores representativos del nivel de contaminación atmosférica y sus efectos en la salud, se utilizará el Índice Centroamericano de Calidad del Aire (ICCA),¹⁸ según la reglamentación vigente en El Salvador.

VII. Referencias

- Beers, S. (2011). *21st Century Skills: Preparing Students for THEIR Future STEM*, 1-6. Recuperado de bit.ly/3JeYtkr
- Condemarin, M., y Medina, A. (2000). *La evaluación auténtica de los aprendizajes*. Santiago, Chile: Andrés Bello–Didáctica y Escritura. Recuperado de <https://bit.ly/2ZGTEhU>
- Fisk, P. (2017). *Education 4.0... the future of learning will be dramatically different, in school and throughout life*. Recuperado de bit.ly/3Jc5zGl
- Grundy, S. (1987). *Curriculum: Product Or Praxis?* Recuperado de <https://bit.ly/3UDSGuJ>
- Hussin, A. A. (2018). Education 4.0 Made Simple: Ideas For Teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), pp. 92-98. Recuperado de <https://bit.ly/3UEbLNv>
- Jonnaert, P., Barrette, J., Masciotra, D., y Yaya, M. (2008). La competencia como organizadora de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Revista del Currículum y Formación del Profesorado*, 12(3), 1-32.
- Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as The Source of Learning and Development. In *Prentice Hall, Inc.* (Issue 1984). Recuperado de <https://bit.ly/3KFshbl>
- Marope, M. (2017). *Reconceptualizing and Repositioning Curriculum in the 21st Century*. A Global Paradigm Shift. In International Bureau of Education-UNESCO (Ed.), Recuperado el 7 de octubre de 2020, <https://bit.ly/3sAzlyV>
- Marope, M., Griffin, P., & Gallagher, C. (2017). *Future competences and the future of curriculum*. In International Bureau of Education - UNESCO (Ed.). Recuperado de <https://bit.ly/3FrM5v0>
- Ministerio de Educación de El Salvador. (2008a). *Programa de Estudio: Cuarto Grado. Educación Básica*. San Salvador. Recuperado de <https://bit.ly/3upJLOO>
- Ministerio de Educación de El Salvador. (2008b). *Programa de Estudio. Segundo Grado. Educación Básica*. San Salvador. Recuperado de <https://bit.ly/3bSsWWE>
- Ministerio de Educación de El Salvador. (2015). *Evaluación al servicio del aprendizaje y del desarrollo*. San Salvador. Recuperado de <https://bit.ly/3EobaG2>
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2021). *Fundamentos curriculares de Ciencia y Tecnología*. (Documento inédito).
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. (2022). *Programa de Estudio de Ciencia y Tecnología. Segundo a Sexto Grado de Educación Básica*. San Salvador. Recuperado de <https://bit.ly/CienciaEducativa>
- Ministry of Education Singapore, MOE. (2014). *Science Syllabus Primary*. Singapore, MOE.
- National Science Teaching Association, NSTA (2011). *NSTA position statement: Quality science education and 21st-century skill* (pp. 1-4). Arlington, Virginia, USA: NSTA. Recuperado de <https://bit.ly/3svNexZ>
- Ontario Ministry of Education, OME. (2007). *The Ontario Curriculum, Grades 1-8, Science and Technology*. Recuperado de <https://bit.ly/3qpRnBf>
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: New Challenge of Learning. *Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), pp. 92-97. Recuperado de <https://bit.ly/3EqxzCq>
- Skills Development Scotland, SDS. (2018). *Skills 4.0. A skills model to drive Scotland's future*. Recuperado de <https://bit.ly/3MKNYcT>
- Smith, M. K. (2000). *Curriculum theory and practice*. The Encyclopedia of Pedagogy and Informal Education. Recuperado de <https://bit.ly/3suHeFL>
- Tobón, S., Pimienta, J., & García, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson Educación. Recuperado de www.pearsoneducacion.net
- Worth, K., Duque, M., & Saltiel, E. (2009). Desinging and Implementing Inquiry-based Science Units for Primary Education. *Pollen Project*, 58. Recuperado de www.pollen-europa.net

VIII. Lecturas adicionales

1. Bureau International des Poids et Mesures. (2019). *The international system of units* (SI) (9th ed.). Recuperado de <https://bit.ly/3pkxxqg>
2. Reglamento Técnico Salvadoreño. RTS 01.02.01:18. (2019). METROLOGÍA. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, Pub. L. N°. 836, 22. Recuperado de <https://bit.ly/3yUnNrg>
3. Favre, H. A., & Powell, W. H. (2013). *Nomenclature of Organic Chemistry*. IUPAC Recommendations and Preferred Names, 2013. In: International Union of Pure and Applied Chemistry-Royal Society of Chemistry. Recuperado de <https://iupac.qmul.ac.uk/BlueBook/PDF/>
4. IUPAC. (2019). *Compendium of Chemical Terminology*, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). [Online version, 2019] created by S. J. Chalk. ISBN 0-9678550-9-8. Recuperado de <https://doi.org/10.1351/goldbook>
5. Connelly, N., Hartshorn, R., Damhus, T., & Hutton, A. (2005). *Nomenclature of Inorganic Chemistry*. IUPAC RECOMMENDATIONS, 2005. International Union of Pure and Applied Chemistry-Royal Society of Chemistry. Recuperado de <https://iupac.org/what-we-do/books/redbook/>
6. IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. (1968). *A one-letter notation for amino acid sequences*. Tentative rules. *Biochemistry*, 1968 Aug;7(8): pp. 2703-5. Doi: 10.1021/bi00848a001. PMID: 5666745. Recuperado de [https://www.jbc.org/article/S0021-9258\(19\)34176-6/pdf](https://www.jbc.org/article/S0021-9258(19)34176-6/pdf)
7. IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature. (1974). *Abbreviations and Symbols for Nucleic Acids, Polynucleotides and their Constituents*. *Pure and Applied Chemistry*, 40(3), pp. 277-331. Recuperado de <https://doi.org/10.1351/pac197440030277>
8. Cornish-Bowden A. (1985). *Nomenclature for incompletely specified bases in nucleic acid sequences: recommendations, 1984*. *Nucleic acids research*, 13(9), pp. 3021-3030. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/nar/13.9.3021>
9. Wilkins, G. A. (1989). The IAU Style Manual: *The Preparation of Astronomical Papers and Reports*. In *Transactions of the IAU, Series B: Vol. XX* (p. S30). Recuperado de https://www.iau.org/publications/proceedings_rules/units/
10. Woese, C. R., Kandler, O., & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 87(12), pp. 4576-4579. Recuperado de <https://doi.org/10.1073/pnas.87.12.4576>
11. Commission on Zoological Nomenclature. (1999). *International Code of Zoological Nomenclature* [W. D. L. Ride, H. G. Cogger, C. Dupuis, O. Kraus, A. Minelli, F. C. Thompson, & P. K. Tubbs (Eds.); 4th ed.]. The International Trust for Zoological Nomenclature. Recuperado de <https://www.iczn.org/the-code/the-code-online/>
12. Turland, N., Wiersema, J., Barrie, F., Greuter, W., Hawksworth, D., Herendeen, P., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T., McNeill, J., Monro, A., Prado, J., Price, M., & Smith, G. (Eds.). (2018). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants* (Vol. 159). Koeltz Botanical Books. Recuperado de <https://doi.org/10.12705/Code.2018>

13. Oren, A., Arahal, D. R., Göker, M., Moore, E. R. B., Rossello-Mora, R., & Sutcliffe, I. C. (2023). International Code of Nomenclature of Prokaryotes. Prokaryotic Code (2022). *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 73(5a). Recuperado de <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.005585>
14. ICTV. (2024). *The International Code of Virus Classification and Nomenclature* (ICVCN). International Committee on Taxonomy of Viruses. Recuperado de <https://ictv.global/>
15. Ley General de Recursos Hídricos, Pub. L. N°. 253–2022, *Diario Oficial* 24 (2022). El Salvador. Recuperado de <http://bit.ly/3lIQ2qH>
16. Marinero Tobar, S. S. (2022). *Glosario Meteorológico*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). Recuperado de <http://bit.ly/42FlqWs>
17. Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET). (2007). *Índice de calidad del agua general "ICA"*. Recuperado de <https://bit.ly/3KDpP5h>
18. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). (s.f.). *Guía para: Calidad del aire ambiental*. [Consultado el 23 de marzo de 2023]. Recuperado de <http://bit.ly/3Z8Klly>

**Material en
validación**



MI
**NUEVA
ESCUELA**
Reforma Educativa



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN